

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-307305

(43)Date of publication of application : 17.11.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/136  
 G02F 1/1333  
 G02F 1/1343  
 H01L 21/28

(21)Application number : 10-042391

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 24.02.1998

(72)Inventor : KENMOCHI MASAHIRO  
 SHOJI MASAHIRO

(30)Priority

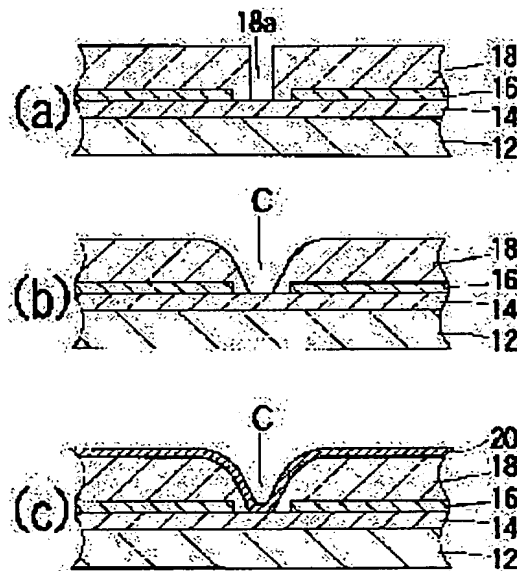
Priority number : 09 53375    Priority date : 07.03.1997    Priority country : JP

## (54) ARRAY SUBSTRATE, LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND PRODUCTION OF THOSE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an array substrate having interlayer insulating films in which cutting in steps of conductive layers in a contact hole part is prevented, by forming a second interlayer insulating layer to have an opening penetrating to the surface of a first conductive layer and forming a second conductive layer to be connected to the first conductive layer through the opening.

**SOLUTION:** An opening 18a is formed by patterning a second interlayer insulating layer 18. The size of the opening 18a is important for the relation of the opening formed in the first interlayer insulating layer 16. Then the substrate is heat treated to cause thermal shrinkage of the second interlayer insulating layer 18. The upper part of the opening widens to form a contact hole (C) having the inner face in a loose slope and a smoothly rounded upper edge. Further, a second conductive layer 20 is deposited. The conductive layer 20 is connected to the first conductive layer 14 through the contact hole (C). Since the contact hole (C) has a rounded edge of the opening and the loose slope of the inner face, no cutting in the steps of layers is caused.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

16.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A substrate, the semi-conductor layer prepared on said substrate, and the 1st conductive layer alternatively prepared on said semi-conductor layer, The 1st layer insulation layer which is prepared on said semi-conductor layer and consists of an inorganic material, The 2nd layer insulation layer which is prepared on said 1st conductive layer and said 1st layer insulation layer, and consists of an organic material, It prepares on said 2nd layer insulation layer, and has the 2nd conductive layer of \*\*\*\*. Said 2nd layer insulation layer It has opening penetrated to the front face of said 1st conductive layer. Said opening Have a taper-like internal surface and it sets to the internal surface of said opening. It is the array substrate which is constituted as that with which said organic material of said 2nd layer insulation layer has covered said 1st layer insulation layer completely, and is characterized by connecting said 2nd conductive layer to said 1st conductive layer through said opening.

[Claim 2] A substrate, the semi-conductor layer prepared on said substrate, and the 1st conductive layer alternatively prepared on said semi-conductor layer, The 1st layer insulation layer which has the 1st opening which was prepared on said 1st conductive layer, consisted of an inorganic material, and was penetrated to the front face of said 1st conductive layer, The 2nd layer insulation layer which has the 2nd opening which is prepared on said 1st layer insulation layer, consists of an organic material, and is penetrated to the front face of said 1st conductive layer through said 1st opening, The 2nd conductive layer which was prepared on said 2nd layer insulation layer, and was connected with said 1st conductive layer through said 2nd opening, Said 2nd opening in a preparation and said 2nd layer insulation layer is smaller than said 1st opening. When said organic material of said 2nd layer insulation layer covered the internal surface of said 1st opening and has reached to the front face of said 1st conductive layer, the internal surface of the 2nd opening covers said 1st layer insulation layer completely. The array substrate characterized by the thing of said 1st conductive layer and said 1st layer insulation layer which either intervenes at least between said 2nd interlayer insulation film and said semi-conductor layers.

[Claim 3] The internal surface of said 2nd opening is an array substrate according to claim 2 characterized by being formed in the shape of a taper to said substrate side.

[Claim 4] The configuration of said 2nd opening is an array substrate according to claim 3 characterized by being circular, a square, or a polygon.

[Claim 5] The include angle between the tangent of the maximum ramp of the internal surface of said 2nd opening and said substrate side is an array substrate according to claim 3 characterized by being 70 or less degrees.

[Claim 6] The inlet-port edge of said 2nd opening is an array substrate according to claim 2 characterized by being constituted by the curved surface.

[Claim 7] Said curved surface is an array substrate according to claim 6 with which the radius of curvature is characterized by  $1 \times 10^{-8}$  or more m being  $1 \times 10^{-4}$  or less m.

[Claim 8] Said semi-conductor layer is prepared on said substrate as two or more island-like patterns which constitute each of two or more switching elements. Said 1st conductive layer It is the output terminal connected to each of the semi-conductor layer of two or more of said island-like patterns. Said

inorganic material It is the array substrate according to claim 2 which either silicon nitride or silicon oxide is used as a principal component, and said organic material uses either acrylic resin or polyimide as a principal component, and is characterized by said 2nd conductive layer being a pixel electrode. [Claim 9] The array substrate with which two or more switching elements were prepared, and the opposite substrate which countered with said array substrate and has been arranged, It is the liquid crystal display equipped with the liquid crystal layer pinched between said array substrates and said opposite substrates. Said array substrate A substrate, the semi-conductor layer prepared on said substrate, and the 1st conductive layer alternatively prepared on said semi-conductor layer, The 1st layer insulation layer which is prepared on said semi-conductor layer and consists of an inorganic material, The 2nd layer insulation layer which is prepared on said 1st conductive layer and said 1st layer insulation layer, and consists of an organic material, It prepares on said 2nd layer insulation layer, and has the 2nd conductive layer of \*\*\*\*. Said 2nd layer insulation layer It has opening penetrated to the front face of said 1st conductive layer. Said opening Have a taper-like internal surface and it sets to the internal surface of said opening. It is the liquid crystal display which is constituted as that with which said organic material of said 2nd layer insulation layer has covered said 1st layer insulation layer completely, and is characterized by connecting said 2nd conductive layer to said 1st conductive layer through said opening.

[Claim 10] The array substrate with which two or more switching elements were prepared, and the opposite substrate which countered with said array substrate and has been arranged, It is the liquid crystal display equipped with the liquid crystal layer pinched between said array substrates and said opposite substrates. Said array substrate A substrate, the semi-conductor layer prepared on said substrate, and the 1st conductive layer alternatively prepared on said semi-conductor layer, The 1st layer insulation layer which has the 1st opening which was prepared on said 1st conductive layer, consisted of an inorganic material, and was penetrated to the front face of said 1st conductive layer, The 2nd layer insulation layer which has the 2nd opening which is prepared on said 1st layer insulation layer, consists of an organic material, and is penetrated to the front face of said 1st conductive layer through said 1st opening, The 2nd conductive layer which was prepared on said 2nd layer insulation layer, and was connected with said 1st conductive layer through said 2nd opening, Said 2nd opening in a preparation and said 2nd layer insulation layer is smaller than said 1st opening. When said organic material of said 2nd layer insulation layer covered the internal surface of said 1st opening and has reached to the front face of said 1st conductive layer, the internal surface of the 2nd opening covers said 1st layer insulation layer completely. The liquid crystal display characterized by the thing of said 1st conductive layer and said 1st layer insulation layer which either intervenes at least between said 2nd interlayer insulation film and said semi-conductor layers.

[Claim 11] The internal surface of said 2nd opening is a liquid crystal display according to claim 10 characterized by being formed in the shape of a taper to said substrate side.

[Claim 12] The configuration of said 2nd opening is a liquid crystal display according to claim 11 characterized by being circular, a square, or a polygon.

[Claim 13] The include angle between the tangent of the maximum ramp of the internal surface of said 2nd opening and said substrate side is a liquid crystal display according to claim 11 characterized by being 70 or less degrees.

[Claim 14] The liquid crystal display according to claim 10 with which the inlet-port edge of said 2nd opening is characterized by being constituted by the curved surface.

[Claim 15] Said curved surface of the inlet-port edge of said 2nd opening is a liquid crystal display according to claim 14 with which the radius of curvature is characterized by  $1 \times 10^{-8}$  or more m being  $1 \times 10^{-4}$  or less m.

[Claim 16] Said semi-conductor layer is prepared as two or more island-like patterns which constitute each of two or more of said switching elements. Said 1st conductive layer It is the output terminal connected to each of the semi-conductor layer of two or more of said island-like patterns. Said

inorganic material It is the liquid crystal display according to claim 10 which either silicon nitride or silicon oxide is used as a principal component, and said organic material uses either acrylic resin or polyimide as a principal component, and is characterized by said 2nd conductive layer being a pixel electrode which impresses an electrical potential difference to said liquid crystal layer.

[Claim 17] The process which forms a semi-conductor layer on a substrate, and the process which forms the 1st conductive layer alternatively on said semi-conductor layer, The process which deposits an inorganic material and forms the 1st layer insulation layer on said 1st conductive layer and said semi-conductor layer, The process which forms the 1st opening penetrated to the front face of said 1st conductive layer in said 1st layer insulation layer, The process which deposits an organic material and forms the 2nd layer insulation layer on said 1st layer insulation layer, The process which forms the 2nd opening so that it may penetrate in said 2nd layer insulation layer to the front face of said 1st conductive layer through said 1st opening and said 1st layer insulation layer may not be exposed to it in the internal surface, By heat-treating said 2nd layer insulation layer, and shrinking said organic material which constitutes said 2nd layer insulation layer The heat treatment process to which the configuration of said 2nd opening is changed, with said 1st layer insulation layer covered, The manufacture approach of the array substrate characterized by having the process which forms the 2nd conductive layer which deposited the conductive ingredient on said 2nd layer insulation layer, and was connected to said 1st conductive layer through said 2nd opening.

[Claim 18] Said heat treatment process is the manufacture approach of the array substrate according to claim 17 characterized by performing said 2nd opening so that it may change in the shape of a taper to said substrate side.

[Claim 19] Said 2nd opening is the manufacture approach of the array substrate according to claim 18 characterized by having one configuration of circular, four square shapes, and a polygon.

[Claim 20] Said heat treatment process is the manufacture approach of the array substrate according to claim 18 characterized by carrying out so that the include angle between the tangent in the maximum ramp of the internal surface of said 2nd opening and said substrate side may turn into 70 or less degrees.

[Claim 21] Said heat treatment process is the manufacture approach of the array substrate according to claim 17 characterized by carrying out so that the inlet-port edge of said 2nd opening may be constituted by the curved surface.

[Claim 22] Said heat treatment process is the manufacture approach of the array substrate according to claim 21 characterized by carrying out so that the radius of curvature of said curved surface of the inlet-port edge of said 2nd opening may be set to  $1 \times 10^{-8}$  or more-m  $1 \times 10^{-4}$  or less m.

[Claim 23] The process which forms said semi-conductor layer includes the process which forms the semi-conductor layer of the shape of two or more island which constitutes each of two or more switching elements on said substrate. The process which forms said 1st conductive layer includes the process which forms said 1st conductive layer in each of the semi-conductor layer of two or more shape of said island as an output terminal. Said inorganic material in the process which forms said 1st layer insulation layer Said organic material in the process which uses either silicon nitride or silicon oxide as a principal component, and forms said 2nd layer insulation layer The process which uses either acrylic resin or polyimide as a principal component, and forms said 2nd conductive layer is the manufacture approach of the array substrate according to claim 17 characterized by including the process which forms each pixel electrode connected to each of two or more of said switching elements.

[Claim 24] Said heat treatment process is the manufacture approach of the array substrate according to claim 17 characterized by including the process heated at 90-degree-C or more temperature of 300 degrees C or less.

[Claim 25] The array substrate with which two or more switching elements were prepared, and the opposite substrate which countered with said array substrate and has been arranged, The process which is the manufacture approach of a liquid crystal display of having the liquid crystal layer pinched between

said array substrates and said opposite substrates, and forms a semi-conductor layer on a substrate, The process which forms the 1st conductive layer alternatively on said semi-conductor layer, and the process which deposits an inorganic material and forms the 1st layer insulation layer on said 1st conductive layer and said semi-conductor layer, The process which forms the 1st opening penetrated to the front face of said 1st conductive layer in said 1st layer insulation layer, The process which deposits an organic material and forms the 2nd layer insulation layer on said 1st layer insulation layer, The process which forms the 2nd opening so that it may penetrate in said 2nd layer insulation layer to the front face of said 1st conductive layer through said 1st opening and said 1st layer insulation layer may not be exposed to it in the internal surface, By heat-treating said 2nd layer insulation layer, and shrinking said organic material which constitutes said 2nd layer insulation layer The heat treatment process to which the configuration of said 2nd opening is changed, with said 1st layer insulation layer covered, The manufacture approach of the liquid crystal display characterized by having the process which forms the 2nd conductive layer which deposited the conductive ingredient on said 2nd layer insulation layer, and was connected to said 1st conductive layer through said 2nd opening.

[Claim 26] Said heat treatment process is the manufacture approach of the liquid crystal display according to claim 25 characterized by performing said 2nd opening so that it may change in the shape of a taper to said substrate side.

[Claim 27] Said 2nd opening is the manufacture approach of the liquid crystal display according to claim 26 characterized by having one configuration of circular, four square shapes, and a polygon.

[Claim 28] Said heat treatment process is the manufacture approach of the liquid crystal display according to claim 26 characterized by carrying out so that the include angle between the tangent in the maximum ramp of the internal surface of said 2nd opening and said substrate side may turn into 70 or less degrees.

[Claim 29] Said heat treatment process is the manufacture approach of the liquid crystal display according to claim 25 characterized by carrying out so that the inlet-port edge of said 2nd opening may be constituted by the curved surface.

[Claim 30] Said heat treatment process is the manufacture approach of the array substrate according to claim 29 characterized by carrying out so that the radius of curvature of said curved surface of the inlet-port edge of said 2nd opening may be set to  $1 \times 10^{-8}$  or more-m  $1 \times 10^{-4}$  or less m.

[Claim 31] The process which forms said 1st conductive layer including the process which forms the semi-conductor layer of two or more shape of an island from which the process which forms said semi-conductor layer constitutes each of two or more of said switching elements Said inorganic material in the process which forms said 1st layer insulation layer in each of the semi-conductor layer of two or more shape of said island including the process which forms said 1st conductive layer as an output terminal Said organic material in the process which uses either silicon nitride or silicon oxide as a principal component, and forms said 2nd layer insulation layer The process which uses either acrylic resin or polyimide as a principal component, and forms said 2nd conductive layer is the manufacture approach of the liquid crystal display according to claim 25 characterized by including the process which forms the pixel electrode which impresses an electrical potential difference to said liquid crystal layer.

[Claim 32] Said heat treatment process is the manufacture approach of the liquid crystal display according to claim 25 characterized by including the process heated at 90-degree-C or more temperature of 300 degrees C or less.

---

[Translation done.]

**BEST AVAILABLE COPY**

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an array substrate, liquid crystal displays, and those manufacture approaches. In more detail, it has an interlayer insulation film thick enough so that the cross talk and coupling capacity during wiring may be controlled, and the stage piece of the electrode in the contact hole section is controlled, and this invention relates to the array substrate which moreover has sufficient dependability, liquid crystal displays, and those manufacture approaches.

[0002]

[Description of the Prior Art] As for the liquid crystal display represented by the active-matrix mold, high integration is demanded every year. That is, it is necessary to form various electronic devices and wiring in the tooth space restricted extremely.

[0003] A multilayering technique is being used in order to respond to such need. This is the approach of carrying out the laminating of a semi-conductor layer or the wiring layer through an interlayer insulation film. According to the multilayering technique, it becomes possible to carry out the laminating of an electronic device or the wiring, without increasing component area.

[0004] And if a contact hole is formed in an interlayer insulation film and it is made to flow through the layer of the upper and lower sides electrically, complicated wiring is easily realizable in a limited component area.

[0005] Drawing 11 is the outline sectional view of the array substrate 130 of the liquid crystal display by such multilayering technique. In the array substrate 130 of the liquid crystal display shown in this drawing, the polish recon layer 136 is formed through the undercoat layer 134 on the glass substrate 132. And the transistor and the capacitor are formed by the gate electrode 140 and the auxiliary capacity line 142. The source electrode 146 of a transistor is wired on the insulating layer 144. Moreover, the pixel electrode 154 is connected with the contact electrode 148 of a transistor through contact hole 150a formed in the insulating layer 150. That is, the multilayering technique is used in the lower layer of the source electrode 146, and the lower layer of the pixel electrode 154.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as shown in drawing 11 , when the laminating of a metal electrode or the semi-conductor layer is carried out through an interlayer insulation film, the so-called cross talk occurs and there is a problem of the ability to stop being able to disregard effect of a mutual signal. Moreover, the electrode layer and semi-conductor layer which counter through an insulator layer form a capacitor. And the so-called coupling capacity may be produced and the problem of reducing the speed of response of a component may be produced.

[0007] For example, in the array substrate 130 shown in drawing 11 , the source electrode 146 also has the role which supplies another signal to another transistor which is not illustrated as a signal line. However, as the arrow head A showed to drawing 11 , such a source electrode 146 and the pixel electrode 154 have the part which has countered through the layer insulation layer 150. In such an opposite part, a cross talk and coupling capacity which were mentioned above occur. And the noise component of a video signal increased, and the high-speed drive became difficult and the problem of

graphic display grace falling had arisen.

[0008] Moreover, patterning of the conductive layers, such as a wiring layer in which an interlayer insulation film is formed up and down, is carried out in many cases. Therefore, there is also a problem that surface irregularity becomes remarkable and multilayering becomes difficult, so that the number of laminatings is made to increase.

[0009] As mentioned above, in order to control the problem of the increment in a cross talk which was explained, coupling capacity, or surface irregularity, it is required to thicken thickness of an interlayer insulation film. However, the interlayer insulation film of the inorganic material currently conventionally used abundantly was difficult to produce a crack and exfoliation in many cases, if thickness is set to several 100nm or more, and to deposit the film thick enough. It was difficult to, secure dependability sufficient in respect of moisture permeability being high etc. on the other hand, although the interlayer insulation film of an organic material can be formed to several micrometers thickness.

[0010] On the other hand, the stage piece of the conductive layer in the contact hole section is mentioned as another trouble which multilayering structure has. When this carries out opening of the contact hole to an interlayer insulation film and a conductive layer is deposited on it, in the internal-surface section of contact hole opening, the thickness of a conductive layer becomes thin and is cut. For example, it is easy to produce the stage piece of the pixel electrode 154 in the part shown by the arrow head B by contact hole 150a in drawing 11 . If a stage piece arises, connecting between conductive layers will become inadequate and the poor graphic display of a liquid crystal display will be produced. Such a stage piece had the problem of being easy to generate, so that the thickness of an interlayer insulation film 150 becomes thick. In order to prevent such a stage piece, a conductive layer 154 must be formed thickly. However, in the liquid crystal display, it was difficult for the pixel electrode 154 to need to usually consider as a transparent electrode, and to form a conductive layer 154 thickly from the limit on the ingredient and process. Moreover, generally, if a conductive layer is thickened, surface irregularity will be promoted and the problem that multilayering becomes difficult will also be produced.

[0011] This invention is made in view of this point. Namely, this invention aims at offering the array substrate which has sufficient thickness and moreover has an interlayer insulation film which the stage piece of a conductive layer does not produce in the contact hole section, liquid crystal displays, and those manufacture approaches, securing dependability.

[0012]

[Means for Solving the Problem] Namely, the 1st conductive layer which deposited the array substrate by this invention on the substrate, It has the 1st layer insulation layer which has the 1st opening, the 2nd layer insulation layer which has the 2nd opening, and the 2nd conductive layer. The internal surface of said 1st opening While forming a layer insulation layer thickly and reducing the cross talk and coupling capacity between conductive layers by trying not being covered and exposed by said 2nd opening The stage piece of the 2nd conductive layer can be prevented and the liquid crystal display using this can be realized.

[0013] Here, this 1st layer insulation layer is formed with an inorganic material, the 2nd layer insulation layer has thick thickness by forming with an organic material, and it can consider as the layer insulation layer which has a gently-sloping contact hole configuration.

[0014] Furthermore, the 2nd opening has a taper-like opening configuration, and when making it not exposed [ the ingredient of the 1st layer insulation layer ], it can prevent the stage piece of the 2nd conductive layer effectively.

[0015] Moreover, by making the inclination of the internal surface of the 2nd opening into 70 or less degrees to a substrate, a gently-sloping contact hole can be formed and the stage piece of the 2nd conductive layer can also be prevented effectively. Moreover, the configuration of the 2nd opening can also secure contact area by carrying out to circular, a square, or a polygon in the detailed dimension Ruhr.

[0016] Furthermore, the stage piece in an inlet-port edge can be prevented by constituting the inlet-port edge of the 2nd opening according to a curved surface. The curved-surface configuration is especially effective in the radius of curvature being  $1 \times 10^{-8}$  or more-m  $1 \times 10^{-4}$  or less m. Moreover, by depositing more thickly than the thickness of the 1st layer insulation layer, the thickness of the 2nd layer insulation layer can make large spacing of the 1st conductive layer and the 2nd conductive layer, and can reduce a cross talk and coupling capacity.

[0017] Moreover, when the 1st conductive layer considers as the output terminal of a switching element, the ingredient of the 1st layer insulation layer is made into the thing of silicon nitride and the silicon oxide which contains either at least, the ingredient of the 2nd layer insulation layer is used as acrylic resin and the 2nd conductive layer considers as the pixel electrode for impressing electric field to a liquid crystal layer, the liquid crystal display which has high performance and high-reliability is realized. On the other hand, the manufacture approach of the array substrate by this invention The process which forms the 1st conductive layer on a substrate, and the process which forms the 1st layer insulation layer on it, The process which forms the 1st opening penetrated to the front face of said 1st conductive layer in the 1st layer insulation layer, The process which forms the 2nd layer insulation layer on the 1st layer insulation layer, and the process which forms the 2nd opening penetrated to the front face of said 1st conductive layer through said 1st opening in the 2nd layer insulation layer, By shrinking said organic material which heat-treats the 2nd layer insulation layer and constitutes said 2nd layer insulation layer The heat treatment process used as the 3rd opening which has the taper-like opening configuration where changed the opening configuration of said 2nd opening and the internal surface inclined to said substrate side, It is constituted as what is characterized by having the process which forms the 2nd conductive layer connected to said 1st conductive layer through the 2nd opening on said 2nd layer insulation layer, and thereby, it is highly efficient and the liquid crystal display which has high-reliability can also be manufactured.

[0018] Moreover, the ingredient of the 1st layer insulation layer is an inorganic material, and by considering as an organic material and combining two kinds of different film, the ingredient of the 2nd layer insulation layer can prevent invasion of moisture, an impurity, etc., and can raise dependability.

[0019] Furthermore, in the process which forms the 2nd opening, said 2nd opening is smaller than said 1st opening, and it is desirable to form so that said 2nd insulating ingredient may cover the internal surface of said 1st opening and may reach to the front face of said 1st conductive layer so that said 1st insulating ingredient may not be exposed in the internal surface.

[0020] Moreover, in a heat treatment process, it is desirable to heat-treat so that the include angle between the internal surface of the 2nd opening and said substrate side may turn into 70 or less degrees.

[0021] Furthermore, as for the thickness of said 2nd layer insulation layer, in the process which forms the 2nd layer insulation layer, it is desirable to deposit so that it may become thick rather than the thickness of said 1st layer insulation layer.

[0022] The substrate with which two or more switching elements are formed on the front face is used. Moreover, the 1st conductive layer The output terminal connected to each of two or more of said switching elements is constituted. The ingredient of the 1st layer insulation layer Inside [ it is silicon nitride and silicon oxide ] contains either at least. The ingredient of the 2nd layer insulation layer It is acrylic resin and the 2nd conductive layer can manufacture the liquid crystal display which has high performance and high-reliability by constituting the pixel electrode for impressing electric field to a liquid crystal layer. Furthermore, in said heat treatment process, it becomes easy by heat-treating at 90-degree-C or more temperature of 300 degrees C or less to change the organic material which constitutes the 2nd layer insulation layer to a desired configuration.

[0023]

[Embodiment of the Invention] According to this invention, the layer insulation layer of the laminated structure which deposited the film which has a protection feature, and the film with easy thick-film-izing

in this sequence is used. Non-ingredient film which is represented by silicon nitride and oxidation silicon has little moisture permeability, and the dependability of a liquid crystal display can be secured. Moreover, while thick-film-izing is easy for organic material film, such as acrylic resin, and reducing a cross talk and coupling capacity, surface flattening is realized easily. By adopting the laminated structure of such inorganic material film and the organic material film, it is reliable and a thick layer insulation layer can be formed easily.

[0024] And according to this invention, whenever [ tilt-angle / of a contact hole internal surface ] can be eased. Therefore, raising a stage piece also of the thin conductive layers following 100nm is lost.

[0025] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is an outline sectional view showing the principal part of the liquid crystal display by this invention. The liquid crystal display shown in this drawing is the so-called transparency type of liquid crystal display, and is equipped with the opposite substrate 300 which countered the array substrate 30 and it and has been arranged, and the liquid crystal layer 400 pinched among these. Two or more switching elements are formed in the array substrate 30, and the orientation film 200 is applied to the front face. Moreover, the opposite substrate 300 has the configuration in which the transparent electrode 320 and the orientation layer 330 were formed on the principal plane of the translucency substrate 310. Here, the opposite substrate 300 may have a color filter layer, a black matrix layer, etc. which are not illustrated. As compared with the conventional array substrate 130 which showed the array substrate 30 of this invention to drawing 11, the lower layer configurations of the pixel electrode 54 differ. That is, on the contact electrode 48, the 1st layer insulation layer 50 deposits and the 2nd layer insulation layer 52 is formed further. Other basic configurations are almost the same. That is, in the array substrate 30, the semi-conductor layer 36 which consists of a polish recon layer or an amorphous silicon layer through the undercoat layer 34 is formed on the glass substrate 32. And the transistor and the capacitor are formed by the gate electrode 40 and the auxiliary capacity line 42. Moreover, the pixel electrode 54 is connected with the contact electrode 48 through the contact hole C. Therefore, the multilayering technique is used in the lower layer of the source electrode 46, and the lower layer of the pixel electrode 54.

[0026] thus, since the 2nd layer insulation layer 52 was made to intervene, since it has a lower layer conductive layer and sufficient spacing and a cross talk and coupling capacity are fully controlled, the pixel electrode 54 can boil display nonuniformity markedly, and can reduce it.

[0027] Moreover, as for the contact hole C, according to this invention, the internal surface is made the taper-like opening configuration by the 2nd layer insulation layer 52. Moreover, the internal surface of opening of the 1st layer insulation layer 50 is covered with the 2nd interlayer insulation film 52, and is not exposed to the internal surface of a contact hole C. Therefore, the internal surface of a contact hole C forms the slant face which was gently-sloping and continued. Moreover, the upper limit periphery of a contact hole C is also gently round. The pixel electrode 54 is connected to the contact electrode 48 with these characteristic configurations, without carrying out a stage piece. Next, the gestalt of operation of the manufacture approach concerning this invention is explained. Drawing 2 and drawing 3 are the outline process sectional views showing the principal part of the production process of the liquid crystal display by this invention.

[0028] Here, as shown in drawing 2 (a), the array substrate 11 which the conductive layer 14 deposited on the glass substrate 12 is considered. The array substrate 11 is only an example. For example, patterning of the conductive layer 14 may be carried out if needed. Moreover, one layer or two or more layer structures containing a semi-conductor layer may be formed between the glass substrate 12 and the conductive layer 14. Here, since it is easy, the array substrate 11 which deposited the aluminum wiring 14 on the glass substrate 12 is assumed.

[0029] According to this invention, the multilayer structure which carried out the laminating of the conductive layer through the layer insulation layer can be formed on such a conductive layer 14. First, as shown in drawing 2 (b), the ingredient which has a protection feature is deposited and the 1st layer

insulation layer 16 is formed. As this ingredient, inorganic materials, such as silicon nitride and oxidation silicon, are employable, for example. It is desirable to take into consideration physical-properties values, such as adhesion with a conductive layer 14, coefficient of thermal expansion, or a dielectric constant, deposition conditions, such as deposition temperature, etc. on the occasion of selection of the ingredient of an insulating layer 16, the deposition approach, or thickness. Moreover, it is desirable to also take into consideration optical property values, such as permeability of light and an absorption coefficient, in the liquid crystal display of a transparency mold. It is desirable to use the silicon nitride widely adopted as a protective coat, silicon oxide, or the nitriding silicon oxide which is such mixture in the case of the usual liquid crystal display. Moreover, it is desirable to deposit on about 250–900nm thickness as the thickness, for example, in using ingredients, such as silicon nitride and silicon oxide. Here, about 500nm of silicon nitride was deposited by the plasma-CVD method as an example.

[0030] Next, as shown in drawing 2 (c), patterning of the 1st layer insulation layer 16 is carried out, and opening 16a is prepared. This opening 16a becomes a contact hole. The lithography which used the photoresist can perform patterning of an insulating layer 16. Moreover, the approach for etching an insulating layer 16 can be suitably chosen according to the quality of the material, thickness, etc. here – as an example – CDE (Chemical Dry Etching) – it etched insulating-layer 16 by law, and opening of a circle configuration with a diameter of about 8 micrometers was prepared.

[0031] Next, as shown in drawing 2 (d), thick-film-ization deposits an easy ingredient and forms the 2nd layer insulation layer 18. Even if it faces selection of the ingredient of this insulating layer 18, the deposition approach, or thickness, it is desirable to take into consideration physical-properties values, such as adhesion with an insulating layer 16 and a dielectric constant, deposition conditions, an optical property value, etc. Although it is desirable as an ingredient of an insulating layer 18, an organic material can be mentioned as an example. Moreover, as the thickness, it is desirable to deposit 0.5 micrometers or more. Here, photosensitive acrylic resin (a content sensitization agent is naphthoquinonediazide.) was applied to the thickness of about 2 micrometers as an example. Thus, use of the ingredient which has photosensitivity acquires the effectiveness of it becoming unnecessary to use a photoresist on the occasion of the patterning. Moreover, the resin of a polyimide system may be used as an ingredient of an insulating layer 18.

[0032] Next, as shown in drawing 3 (a), patterning of the 2nd layer insulation layer 18 is carried out, and opening 18a is prepared. This opening 18a also becomes a contact hole. The magnitude of opening 18a is important at relation with opening 16a prepared in the 1st layer insulation layer 16. And in this invention, opening 18a is the same as opening 16a, or needs a more small thing so that it may mention later. Here, opening of a circle configuration with a diameter of 6 micrometers was prepared as opening 18a as an example.

[0033] Next, a substrate 11 is heat-treated. Then, the 2nd layer insulation layer 18 carries out a heat shrink. And as shown in drawing 3 (b), while the upper part of opening spreads and the internal surface has a loose inclination, the contact hole C of the configuration where the periphery of upper limit was round gently-sloping is obtained. The heat treatment conditions optimal since such a configuration is produced can be suitably chosen according to the 2nd quality of the material, thickness, etc. of the layer insulation layer 18. As for the temperature of heat treatment, it is desirable that it is within the limits of 90 degrees C – 300 degrees C. If temperature is too lower than this, it will not fully harden and react, but if temperature is too higher than this, carbonization will progress. Moreover, heat treatment conditions can be changed positively and the configuration of opening 18a can also be controlled intentionally. As an example, when the 2nd layer insulation layer 18 is used as photosensitive acrylic resin, the contact hole which has a gently-sloping inclined plane can be formed by performing heat treatment for [ for / 30 minutes / – ] 120 minutes in a 170 degrees C – 250 degrees C temperature requirement. Here, heat treatment for 60 minutes was performed at 230 degrees C.

[0034] Next, as shown in drawing 3 (c), the 2nd conductive layer 20 is deposited. A conductive layer 20 is the part of a contact hole C, and is connected with the 1st conductive layer 14. And since the

opening periphery is round and the internal surface also inclines gently as the contact hole C was mentioned above, a stage piece is not produced.

[0035] According to this invention, the insulating layer of sufficient thickness is realizable by making a layer insulation layer into a laminated structure in this way. Therefore, the cross talk between the up-and-down conductive layers made into the problem and the increment in coupling capacity can be prevented conventionally. Furthermore, since flattening of the front face is carried out by the 2nd layer insulation layer by the organic material, multilayer structure is easily realizable.

[0036] And since according to this invention the contact hole which has a loose slant face can be formed even if it forms a layer insulation layer thick in this way, the stage piece of the upper wiring does not arise.

[0037] Furthermore, according to this invention, a lower layer is protected by the 1st layer insulation layer by the inorganic material, and the dependability of a semiconductor device can also fully be secured by it. If it puts in another way, the 1st layer insulation layer 50 and contact electrode 48 which consist of an inorganic material will serve as a barrier, and the 2nd layer insulation layer 52 which consists of organic resin in drawing 1 will not touch the semi-conductor layer 36 directly. For this reason, what the semi-conductor layer 36 is polluted for with organic resin (that is, an impurity is spread to the semi-conductor layer 36) is lost, and the dependability of a semiconductor device can also fully be secured.

[0038] Drawing 4 is an enlarged drawing explaining the relation of the magnitude of opening at the time of patterning of the 1st and 2nd layer insulation layers in this invention. That is, this drawing (a) is an outline sectional view where this drawing (b) expresses the contact hole section after heat treatment about the case where the opening of the 2nd layer insulation layer is larger, respectively, when the direction of the 1st layer insulation layer has the large opening size at the time of patterning. In drawing 4 (a), it turns out that the internal surface of opening 16a of the 1st layer insulation layer is covered with the 2nd layer insulation layer, and has a slant face gently-sloping [ the internal surface of a contact hole C ], and continuous. Therefore, the 2nd conductive layer 20 deposited on it is connected to the 1st conductive layer 14, without producing a stage piece.

[0039] However, in the example shown in drawing 4 (b), since the opening 16a of the 1st layer insulation layer is smaller than opening 18a of the 2nd layer insulation layer, the internal surface of opening 16a is not covered with the 2nd layer insulation layer. As the result, the level difference has arisen in the internal surface of a contact hole. Thus, if the level difference arose and the internal surface of opening 16a of the 1st layer insulation layer is exposed, the 2nd conductive layer 20 will become easy to produce a stage piece there. That is, in this invention, in order to prevent the stage piece of a conductive layer, it is important to form similarly to opening 18a of the 2nd layer insulation layer more greatly opening 16a of the 1st layer insulation layer. this invention person considered optimization of the configuration of the opening C in this invention further. It is because we are anxious about the faulty connection by a "stage piece" etc. in the connection of the electrode in the opening, so that a layer insulation layer is generally thickened. Especially the thickness of the pixel electrode prepared on Opening C in the array substrate of a liquid crystal display is very as thin as 100nm or less in many cases, and it is easy to produce a "stage piece." then, this invention person made the component of the structure shown in drawing 4 (a) as an experiment, boils various configurations of Opening C, changed them, and evaluated the yield of connection of an electrode 20. in the sample made as an experiment, each diameter of opening of the pars basilaris ossis occipitalis of Opening C is set to 5 micrometers, and various radius of curvatures of the inlet-port edge of opening and tilt angles of the internal surface of opening were boiled, and were changed. Moreover, each thickness of an interlayer insulation film 18 set to 2 micrometers here, and the thickness of an electrode 18 could be 100nm. Drawing 5 is a graphical representation showing the relation between the radius of curvature of the inlet-port edge of Opening C, and a contact percent defective. Here, the result evaluated about 10000 samples made as an experiment is expressed. When the radius of curvature of the inlet-port edge of opening is smaller than

1x10 to 8 m, a contact percent defective increases extremely, so that drawing 5 may show. That is, when a comparatively thick layer insulation layer was formed, it turned out that it is necessary to adjust the radius of curvature of the inlet-port edge of contact opening. On the other hand, if radius of curvature is enlarged too much, since the thickness of a layer insulation layer will not reach a stationary value easily in the perimeter of opening and opening will become large, a pixel design becomes difficult. Therefore, the radius of curvature of the inlet-port edge of opening has the desirable range of 1x10<sup>-8</sup> to 1x10 to 4 m. On the other hand, as for the internal surface of opening, inclining in the shape of a taper is more desirable rather than being perpendicularly formed to the substrate side. By the same experiment, in order to fully reduce a contact percent defective, theta was understood that it is desirable that it is 70 or less degrees whenever [ tilt-angle / of the internal surface of opening ]. That is, when forming taper-like opening so that theta might become 70 or less degrees whenever [ tilt-angle / of the internal surface of opening ], it turned out that the "stage piece" of an electrode is canceled substantially.

[0040] The operation gestalt mentioned above explained the process which carries out patterning of the 1st layer insulation layer and the 2nd layer insulation layer separately, respectively, and forms opening. However, after carrying out the laminating of the 1st and 2nd layer insulation layers, opening may be formed in these insulating layers by one patterning. In this case, each opening has the almost same magnitude. however, time amount predetermined before the organic material of the 2nd layer insulation layer produces a heat shrink in a subsequent heat treatment process -- it softens -- making -- the internal surface of opening of the 1st insulating layer -- a wrap -- it is good even if like. Such an approach is possible by choosing suitably the 2nd ingredient and heat treatment conditions of an insulating layer. And if it does in this way, the effectiveness that a patterning process is simplified will be acquired.

[0041] Moreover, as other operation gestalten, the laminating of the 1st insulating layer and 2nd insulating layer is carried out, and after forming the mask for forming opening, each insulating layer may be etched according to a separate process. For example, opening of the film of the organic material which is the 2nd insulating layer is first etched and carried out by the exclusive etchant of an organic material. Next, wet etching of the film of the inorganic material which is the 1st insulating layer is carried out using etchant, such as fluoric acid. Then, opening formed in the 1st insulating layer will become larger than opening of the 2nd insulating layer by the so-called side etching. Therefore, the organic material which constitutes the 2nd insulating layer is softened by subsequent heat treatment, and it can form so that the opening internal surface of the 1st insulating layer may be covered. Also in this case, the effectiveness that a patterning process is simplified is acquired.

[0042] Furthermore, a layer insulation layer is good also as a laminated structure of three or more layers as other operation gestalten. For example, it is good also as deposition and heat-treating by carrying out opening in this sequence in silicon nitride, silicon oxide, and the organic resin film. Moreover, it can consider as the multilayers which the film of an inorganic material, the film of an organic material, or both become from a different ingredient besides this. Thus, the effectiveness that a difference of coefficient of thermal expansion can be eased is acquired by multilayering an insulating layer, maintaining bond strength with a conductive layer. That is, the layer insulation layer which a crack etc. does not produce to change of temperature can be formed, maintaining bond strength, if the inorganic material film with high bond strength is deposited thinly first, and the inorganic material film with near 1st conductive layer and coefficient of thermal expansion is deposited comparatively thickly on it and it is made to deposit the predetermined organic material film on it to the 1st conductive layer.

[0043] Next, the production process of a liquid crystal display is explained as one example of this invention. Here, the 3 inches liquid crystal panel used for a liquid crystal projector was created by this invention. Drawing 6 and drawing 7 are the outline process sectional views showing a part of production process of the liquid crystal display by this invention. First, as shown in drawing 6 (a), a thin film transistor (Thin Film Transistor;TFT) 41 and the auxiliary capacity 43 are formed on a glass substrate 32. The outline of this formation process is as explaining below.

[0044] That is, first, the undercoat layer 34 is deposited on a glass substrate 32, and the amorphous silicon film is deposited by the plasma-CVD method. Then, the amorphous silicon film is crystallized by the laser annealing method, and the polish recon film 36 is formed. Next, patterning of the polish recon film 36 is carried out to a predetermined configuration, and the gate insulating layer 38 is deposited on it. Furthermore, patterning of the metal membrane is deposited and carried out, and the gate electrode 40 and the auxiliary capacity electrode 42 are formed. Next, these electrodes are used as a mask and an impurity is poured into the polish recon film 36 with ion-implantation. Furthermore, an insulating layer 44 is deposited, patterning of the cascade screen of aluminum and molybdenum is deposited and carried out after forming a contact hole, and a signal line 46 and the pixel contact 48 are formed. A series of processes of having explained above can apply to the formation conditions of the poly-Si TFT called "top gate structure" among these contractors. The formation process of the layer insulation layer which is the description part of this invention is carried out next.

[0045] First, as shown in drawing 6 (b), the 1st layer insulation layer 50 is deposited and opening 50a penetrated in the pixel contact 48 is prepared further. Here, as 1st layer insulation layer 50, 500nm of silicon nitride was deposited by the plasma-CVD method. Next, the photoresist was deposited, the mask was formed and opening 50a was formed by etching an insulating layer 50 using the CDE method. Opening 50a was taken as the round shape with a diameter of 6 micrometers.

[0046] Next, as shown in drawing 6 (c), the 2nd interlayer insulation film 52 is deposited and opening 52a which even the pixel contact 48 penetrates is prepared further. Here, photosensitive acrylic resin was deposited and the 2nd layer insulation layer 52 was formed. It could be 2 micrometers, in order that flattening of the front face might fully be carried out and it might fully control the coupling capacity between electrodes etc. as the thickness. Moreover, opening was able to be prepared, without using a resist, since the 2nd layer insulation layer 52 used the ingredient which has photosensitivity. That is, it was able to expose through the predetermined photo mask and opening 52a was able to be formed by developing negatives. Here, opening 52a of an insulating layer 52 was taken as the circle configuration with a diameter of 5 micrometers. Thus, since opening 52a was made smaller than opening 50a of the 1st interlayer insulation film, the internal surface of opening 50a is covered with acrylic resin, and is not exposed in opening 52a.

[0047] Next, as shown in drawing 7 (a), it heat-treats and the contact hole C of a predetermined configuration is formed. That is, the 2nd layer insulation layer 52 carries out a heat shrink, and it changes with heat treatments to the contact hole C which has the opening configuration which opening 52a opened in the shape of a taper. Here, at 230 degrees C, by heat treatment of about 1 hour, as shown in drawing 6 (a), the contact hole C which has a loose and continuous inclined plane was able to be formed. Moreover, especially the periphery section of the contact hole C shown by the arrow head all over this drawing (a) was able to be made into the configuration which is roundish and prevents the stage piece of a conductive layer.

[0048] Next, as shown in drawing 7 (b), the pixel electrode 54 is formed. Here, 100nm (ITO) of indium oxide tin which is a transparent electrode was deposited, it carried out patterning, and it considered as the pixel electrode 54. Thus, after the formed array substrate 30 forms the orientation film after that depending on the need, sealing of it is carried out to the opposite substrate which is not illustrated with predetermined spacing. And a 3 inches liquid crystal display is completed by pouring liquid crystal into the gap and carrying out the closure. As a result of evaluating the completed liquid crystal display, the percent defective by the stage piece of the pixel electrode 54 was about 0.

[0049] Here, to make comparatively thin thickness of ITO used as the pixel electrode 54 from the request of light transmittance, a tact time, etc. is needed. Usually, even when it was formed by the thin thickness of 100nm - 150nm in many cases and a layer insulation layer was not conventionally made so thick, it was easy to produce a stage piece in the contact hole section. And when the contact hole which has a perpendicularly near internal surface by the dry etching method was formed or the layer insulation layer was thickened, the inclination which the incidence rate of the defect by the stage piece

increases rapidly was seen.

[0050] the layer insulation layer of the monolayer according to an inorganic material by the result which this invention person made as an experiment independently -- RIE (Reactive Ion Etching) -- when it etched by law and the contact hole was formed, the incidence rate of the defect by the stage piece of a pixel electrode was as high as about 0.3 – 3%. The defect by such stage piece has been recognized as many point defects on the screen of a liquid crystal display.

[0051] On the other hand, even if it made the laminated structure of the insulating layer by the inorganic material, and the insulating layer by the organic material as an experiment, as shown in drawing 4 (b), when opening of the film of an inorganic material was smaller than opening of the film of an organic material, it turned out that the stage piece of a pixel electrode is generated in 2 – 4% of percent defective. This is conjectured to be because for stage pieces to have occurred frequently by membranous opening and the membranous laminating interface of an inorganic material as mentioned above.

[0052] On the other hand, according to this example, the contact percent defective of a pixel electrode is about 0%, and it turned out that a stage piece can fully be prevented. That is, in this invention, it was checked by making opening of the film of an inorganic material larger than opening of the film of an organic material that remarkable effectiveness arises.

[0053] Furthermore, since the liquid crystal display by this example has the insulating layers 50 and 52 thick enough, the increment in coupling capacity and generating of a cross talk are fully controlled between the pixel electrode 54 and the signal line 46. Therefore, the speed of response was quick and the noise component was able to acquire very few high-definition images.

[0054] Moreover, also in the reliability evaluation trial, it turned out with the liquid crystal display of only the conventional organic resin film that a defect does not occur but dependability is fully secured with the liquid crystal display by this example to defects having occurred frequently, since there was moisture permeability. This is considered to be because for the silicon nitride film used as 1st layer insulation layer to have the blocking effectiveness to moisture. Furthermore, in this invention, as shown in drawing 7 (b), the polish recon film 36 and an insulating layer 52 do not touch directly. Therefore, contamination of the polish recon 36 can be prevented. That is, between the polish recon film 36 and an insulating layer 52, the gate insulating layer 38, an insulating layer 44, the 1st layer insulation layer 50, or the pixel contact electrode 48 intervenes. As the result, diffusion of the impurity from the organic material which constitutes an insulating layer 52 to the polish recon film 36 is controlled, and degradation of TFT can be canceled.

[0055] Next, the 2nd example of this invention is explained. Drawing 8 is an outline sectional view showing the important section configuration of the liquid crystal display concerning the 2nd example of this invention. That is, the liquid crystal display shown in this drawing is also equipped with the opposite substrate 300 which countered array substrate 30' and it and has been arranged, and the liquid crystal layer 400 pinched among these.

[0056] The opposite substrate 300 has the configuration in which the transparent electrode 320 and the orientation layer 330 were formed on the principal plane of the translucency substrate 310. Here, the opposite substrate 300 may have a color filter layer, a black matrix layer, etc. which are not illustrated. It has the polish recon film 36, the gate insulating layer 38, the 2nd layer insulation layer 52, etc. on a substrate 32 like the array substrate 30 which also mentioned above array substrate 30' of this invention about drawing 1. About the same part as the array substrate shown in drawing 1, the same sign is attached and detailed explanation is omitted.

[0057] The point that the liquid crystal display of this example differs from drawing 1 is in 1st layer insulation layer 50'. That is, in this example, without carrying out a laminating after the pixel contact 48, predetermined spacing is set to the perimeter and layer insulation layer 50' is formed in it.

[0058] Thus, when layer insulation layer 50' is formed, distance from the internal surface of the 2nd opening C to layer insulation layer 50' can be enlarged more. Therefore, it has the advantage of being

further hard coming to expose layer insulation layer 50' in the internal surface of Opening C. Here, also in this operation gestalt, Opening C has a loose taper-like internal surface. Therefore, the stage piece of the pixel electrode 54 is canceled. Moreover, of course, the various effectiveness which others mentioned above is acquired similarly. Furthermore, also in this example, the gate insulating layer 38 and the insulating layer 44 are formed in the bottom of layer insulation layer 50'. Therefore, in this way, even if it separates 1st layer insulation layer 50' from the pixel contact 48 and forms it, the polish recon film 36 does not contact the 2nd layer insulation layer 52. That is, it is not polluted in this example by the organic material with which the polish recon film 36 constitutes the layer insulation layer 52.

[0059] Next, the 3rd example of this invention is explained. Drawing 9 is an outline sectional view showing the important section configuration of the liquid crystal display concerning the 3rd example of this invention. That is, the liquid crystal display shown in this drawing is the so-called reflective type of liquid crystal display, and is equipped with the opposite substrate 300 which countered array substrate 30" and it and has been arranged, and the liquid crystal layer 400 pinched among these. The opposite substrate 300 has the configuration in which the transparent electrode 320 and the orientation layer 330 were formed on the principal plane of the translucency substrate 310. Here, the opposite substrate 300 may have a color filter layer, a black matrix layer, etc. which are not illustrated.

[0060] It has the polish recon film 36, the gate insulating layer 38, the 1st layer insulation layer 50, the 2nd layer insulation layer 52, etc. on a substrate 32 like [ array substrate 30" of this invention ] the array substrate 30 shown in drawing 1 . About the same part as the array substrate shown in drawing 1 , the same sign is attached and explanation is omitted. The point that the liquid crystal display of this example differs from drawing 1 is a point that electrode 54' is constituted by the reflexible ingredient. That is, electrode 54' is constituted by aluminum etc. In the liquid crystal display of this example, the liquid crystal layer 400 is passed and it is reflected by the electrode 54 of the array substrate 30, and the light which carried out incidence from the upper part of the opposite substrate 300 passes the liquid crystal layer 400 and the opposite substrate 300 again, and is observed.

[0061] Also in array substrate 30" of this example, the opening C prepared in the 2nd layer insulation layer 52 as mentioned above covers opening of the 1st layer insulation layer 50, and has a loose internal surface. As the result, it is canceled that electrode 54' carries out a stage piece at the edge of Opening C. Moreover, various effectiveness mentioned above, such as a fall of coupling capacity and improvement in dependability, can be acquired similarly.

[0062] In the above, the gestalt of operation of this invention was explained, referring to an example. However, this invention is not limited to these examples. Namely, this invention can separate two-layer [ conductive ] in an insulating layer insulation layer, and can apply it similarly to all the array substrates or liquid crystal displays that have the configuration connected through a contact hole.

[0063] Moreover, the configuration of opening prepared in the 2nd layer insulation layer can also choose suitably various configurations, such as circular, a square, or other polygons. For example, drawing 10 is the outline top view which illustrates square opening, and its A-A' line sectional view. When opening of such a square is prepared, a big contact area can be obtained in the dimension Ruhr restricted to the shape of a stripe to the polish recon film by which patterning was carried out, and the effectiveness that resistance of the contact section can be reduced is acquired.

[0064] Moreover, in this example, although the liquid crystal orientation film is formed, even if it does not form the orientation film using the liquid crystal which does not need the orientation film like [ in the case of using a polymer dispersed liquid crystal (Polymer Dispersion Liquid Crystal) ], it does not deviate from the main point of this invention at all.

[0065]

[Effect of the Invention] This invention is carried out with a gestalt which was explained above, and does so the effectiveness of explaining below. First, according to this invention, it becomes possible to form thickly enough the layer insulation layer between a metal wiring layer or a semi-conductor layer. Therefore, the cross talk and coupling capacity of a signal between up-and-down layers are fully

controlled. As the result, noise figure, a response characteristic, etc. of a liquid crystal display can be raised.

[0066] Moreover, according to this invention, the stage piece of wiring in a contact hole can be prevented. And even if it thickens a layer insulation layer far, a stage piece can be reduced conventionally. Therefore, dependability is also improvable, while solving the defect of the liquid crystal display by the stage piece and improving the manufacture yield. Furthermore, according to this invention, flattening of the front face of a semiconductor device can be carried out easily. That is, flattening of the irregularity of the front face resulting from the conductive layer by which patterning was carried out can be carried out by depositing an organic material thickly as 2nd layer insulation layer. Therefore, it becomes possible to multilayer a laminated structure further, and the degree of integration of a liquid crystal display can be improved further.

[0067] Moreover, according to this invention, the dependability of a liquid crystal display is fully secured. That is, by depositing the film of the large inorganic material of the PASSHI bait effectiveness as 1st layer insulation layer, transparency of moisture etc. can be blocked and the long-term dependability of a semiconductor device can fully be secured. Furthermore, in this invention, the 2nd layer insulation layer does not touch the semi-conductor film and directly. Therefore, contamination of the semi-conductor film can be prevented. That is, according to this invention, between the semi-conductor film and the 2nd layer insulation layer, a gate insulating layer, an insulating layer, the 1st layer insulation layer, or pixel contact intervenes. As the result, diffusion of the impurity from the organic material which constitutes the 2nd layer insulation layer to the semi-conductor film is controlled, and degradation of TFT can be canceled. That is, according to this invention, it can excel in electrical characteristics, the defect by the stage piece can be controlled, it can be integrated highly, the liquid crystal display with which dependability was also fully secured can be offered now, and the merit on industry is great. Moreover, since it is easy to secure surface smoothness, it is suitable also to the application to the reflective mold display which used metal electrodes, such as aluminum, instead of the transparent electrode (ITO), and application of this invention is expected.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline sectional view of the pixel section of the liquid crystal display by this invention.

[Drawing 2] It is an outline process sectional view showing the main first portions of the production process of the liquid crystal display by this invention.

[Drawing 3] It is the outline process sectional view which expresses the section in the main second half of the production process of the liquid crystal display by this invention.

BEST AVAILABLE COPY

[Drawing 4] It is an enlarged drawing explaining the relation of the magnitude of opening at the time of patterning of the 1st and 2nd layer insulation layers in this invention.

[Drawing 5] It is a graphical representation showing the relation between the radius of curvature of the inlet-port edge of Opening C, and a contact percent defective.

[Drawing 6] It is an outline process sectional view showing a part of production process of the liquid crystal display by this invention.

[Drawing 7] It is an outline process sectional view showing a part of production process of the liquid crystal display by this invention.

[Drawing 8] It is an outline sectional view showing the liquid crystal display concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 9] It is an outline sectional view showing the liquid crystal display concerning the 3rd example of this invention.

[Drawing 10] It is the schematic diagram which illustrates square opening.

[Drawing 11] It is the outline sectional view of the array substrate of the conventional liquid crystal display.

[Description of Notations]

11 Array Substrate

12 Glass Substrate

14 Conductive Layer

16 1st Layer Insulation Layer

18 2nd Layer Insulation Layer

20 2nd Conductive Layer

30, 30', 30'', 130 Array substrate

32,132 Glass substrate

34,134 Under coat

36,136 Polish recon layer

38,138 Gate dielectric film

40,140 Gate electrode

42,142 Auxiliary capacity line

44,144 Layer insulation layer

46,146 Source electrode

48,148 Contact electrode

50,150 1st layer insulation layer

52 2nd Layer Insulation Layer

54, 54', 154 Pixel electrode

200,330 Orientation film

300 Opposite Substrate

310 Substrate

330 Transparent Electrode

400 Liquid Crystal Layer

---

[Translation done.]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-307305

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 F 1/136  
1/1333  
1/1343  
H 0 1 L 21/28

識別記号  
5 0 0  
5 0 5

F I  
G 0 2 F 1/136  
1/1333  
1/1343  
H 0 1 L 21/28

5 0 0  
5 0 5

V

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-42391

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月24日

(31) 優先権主張番号 特願平9-53375

(32) 優先日 平 9 (1997) 3 月 7 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 釼 持 雅 人

埼玉県深谷市幡羅町1-9-2 株式会社

東芝深谷電子工場内

(72) 発明者 庄 子 雅 人

埼玉県深谷市幡羅町1-9-2 株式会社

東芝深谷電子工場内

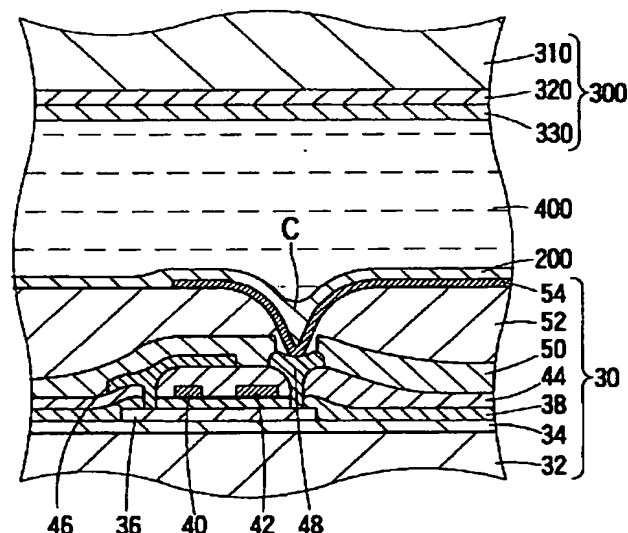
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 アレイ基板、液晶表示装置及びそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 信頼性を確保しつつ、十分な膜厚を有し、しかも、コンタクト・ホール部で導電層の段切れが生じないような層間絶縁膜を有する液晶表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 窒化珪素や酸化珪素に代表されるような無材料膜は、透湿性が少なく、液晶表示装置の信頼性を確保することができる。また、アクリル樹脂などの有機材料膜は、厚膜化が容易であり、クロス・トークやカップリング容量を低減するとともに、表面の平坦化を容易に実現するものである。このような無機材料膜と有機材料膜との積層構造を採用することにより、信頼性が高く、厚い層間絶縁層を容易に形成することができる。しかも、本発明によれば、コンタクト・ホール内壁面の傾斜角度を緩和することができ、100nm以下のような薄い導電層でも段切れを起こすことが無くなる。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板と、

前記基板上に設けられた半導体層と、

前記半導体層の上に選択的に設けられた第1の導電層と、

前記半導体層の上に設けられ、無機材料からなる第1の層間絶縁層と、

前記第1の導電層および前記第1の層間絶縁層の上に設けられ、有機材料からなる第2の層間絶縁層と、

前記第2の層間絶縁層の上に設けられた第2の導電層と、  
を備え、

前記第2の層間絶縁層は、前記第1の導電層の表面まで貫通する開口を有し、

前記開口は、テーパ状の内壁面を有し、

前記開口の内壁面においては、前記第2の層間絶縁層の前記有機材料が前記第1の層間絶縁層を完全に被覆しているものとして構成され、

前記第2の導電層は、前記開口を介して前記第1の導電層に接続されていることを特徴とするアレイ基板。

【請求項2】基板と、

前記基板上に設けられた半導体層と、

前記半導体層の上に選択的に設けられた第1の導電層と、

前記第1の導電層の上に設けられ、無機材料からなり、

前記第1の導電層の表面まで貫通した第1の開口を有する第1の層間絶縁層と、

前記第1の層間絶縁層の上に設けられ、有機材料からなり、前記第1の開口を介して前記第1の導電層の表面まで貫通する第2の開口を有する第2の層間絶縁層と、

前記第2の層間絶縁層の上に設けられ、前記第2の開口を介して前記第1の導電層と接続された第2の導電層と、

前記第2の層間絶縁層の上に設けられ、前記第2の開口を介して前記第1の導電層と接続された第2の導電層と、

を備え、

前記第2の層間絶縁層における前記第2の開口は前記第1の開口よりも小さく、前記第2の層間絶縁層の前記有機材料が前記第1の開口の内壁面を覆って前記第1の導電層の表面まで達していることにより第2の開口の内壁面が前記第1の層間絶縁層を完全に被覆し、

前記第2の層間絶縁膜と前記半導体層との間には、前記第1の導電層と前記第1の層間絶縁層の少なくともいずれかが介在していることを特徴とするアレイ基板。

【請求項3】前記第2の開口の内壁面は、前記基板面に対してテーパ状に形成されていることを特徴とする請求項2記載のアレイ基板。

【請求項4】前記第2の開口の形状は、円形、四角形、多角形のいずれかであることを特徴とする請求項3記載のアレイ基板。

【請求項5】前記第2の開口の内壁面の最大傾斜部の接線と前記基板面との間の角度は70度以下であることを特徴とする請求項3記載のアレイ基板。

2

【請求項6】前記第2の開口の入口端部は、曲面により構成されていることを特徴とする請求項2記載のアレイ基板。

【請求項7】前記曲面は、その曲率半径が $1 \times 10^{-8} \text{m}$ 以上 $1 \times 10^{-4} \text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項6記載のアレイ基板。

【請求項8】前記半導体層は、前記基板上において複数のスイッチング素子のそれぞれを構成する複数の島状パターンとして設けられ、

10 前記第1の導電層は、前記複数の島状パターンの半導体層のそれぞれに接続された出力端子であり、

前記無機材料は、窒化シリコンまたは酸化シリコンのいずれかを主成分とし、

前記有機材料は、アクリル系樹脂またはポリイミドのいずれかを主成分とし、

前記第2の導電層は、画素電極であることを特徴とする請求項2記載のアレイ基板。

【請求項9】複数のスイッチング素子が設けられたアレイ基板と、

20 前記アレイ基板と対向して配置された対向基板と、

前記アレイ基板と前記対向基板との間に挟持された液晶層と、

を備えた液晶表示装置であって、

前記アレイ基板は、

基板と、

前記基板上に設けられた半導体層と、

前記半導体層の上に選択的に設けられた第1の導電層と、

30 前記半導体層の上に設けられ、無機材料からなる第1の層間絶縁層と、

前記第1の導電層および前記第1の層間絶縁層の上に設けられ、有機材料からなる第2の層間絶縁層と、

前記第2の層間絶縁層の上に設けられた第2の導電層と、  
を備え、

前記第2の層間絶縁層は、前記第1の導電層の表面まで貫通する開口を有し、

前記開口は、テーパ状の内壁面を有し、

40 前記開口の内壁面においては、前記第2の層間絶縁層の前記有機材料が前記第1の層間絶縁層を完全に被覆しているものとして構成され、

前記第2の導電層は、前記開口を介して前記第1の導電層に接続されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項10】複数のスイッチング素子が設けられたアレイ基板と、

前記アレイ基板と対向して配置された対向基板と、

前記アレイ基板と前記対向基板との間に挟持された液晶層と、

を備えた液晶表示装置であって、

前記アレイ基板は、

50 基板と、

(3)

3

前記基板上に設けられた半導体層と、  
 前記半導体層の上に選択的に設けられた第1の導電層と、  
 前記第1の導電層の上に設けられ、無機材料からなり、  
 前記第1の導電層の表面まで貫通した第1の開口を有する第1の層間絶縁層と、  
 前記第1の層間絶縁層の上に設けられ、有機材料からなり、前記第1の開口を介して前記第1の導電層の表面まで貫通する第2の開口を有する第2の層間絶縁層と、  
 前記第2の層間絶縁層の上に設けられ、前記第2の開口を介して前記第1の導電層と接続された第2の導電層と、  
 を備え、  
 前記第2の層間絶縁層における前記第2の開口は前記第1の開口よりも小さく、前記第2の層間絶縁層の前記有機材料が前記第1の開口の内壁面を覆って前記第1の導電層の表面まで達していることにより第2の開口の内壁面が前記第1の層間絶縁層を完全に被覆し、  
 前記第2の層間絶縁膜と前記半導体層との間には、前記第1の導電層と前記第1の層間絶縁層の少なくともいずれかが介在していることを特徴とする液晶表示装置。  
 【請求項11】前記第2の開口の内壁面は、前記基板面に対してテーパ状に形成されていることを特徴とする請求項10記載の液晶表示装置。  
 【請求項12】前記第2の開口の形状は、円形、四角形、多角形のいずれかであることを特徴とする請求項11記載の液晶表示装置。  
 【請求項13】前記第2の開口の内壁面の最大傾斜部の接線と前記基板面との間の角度は70度以下であることを特徴とする請求項11記載の液晶表示装置。  
 【請求項14】前記第2の開口の入口端部が、曲面により構成されていることを特徴とする請求項10記載の液晶表示装置。  
 【請求項15】前記第2の開口の入口端部の前記曲面は、その曲率半径が $1 \times 10^{-8}\text{m}$ 以上 $1 \times 10^{-4}\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項14記載の液晶表示装置。  
 【請求項16】前記半導体層は、前記複数のスイッチング素子のそれぞれを構成する複数の島状パターンとして設けられ、  
 前記第1の導電層は、前記複数の島状パターンの半導体層のそれぞれに接続された出力端子であり、  
 前記無機材料は、窒化シリコンまたは酸化シリコンのいずれかを主成分とし、  
 前記有機材料は、アクリル系樹脂またはポリイミドのいずれかを主成分とし、  
 前記第2の導電層は、前記液晶層に電圧を印加する画素電極であることを特徴とする請求項10記載の液晶表示装置。  
 【請求項17】基板上に半導体層を形成する工程と、

4

前記半導体層の上に選択的に第1の導電層を形成する工程と、  
 前記第1の導電層および前記半導体層の上に無機材料を堆積して第1の層間絶縁層を形成する工程と、  
 前記第1の層間絶縁層に前記第1の導電層の表面まで貫通する第1の開口を形成する工程と、  
 前記第1の層間絶縁層の上に有機材料を堆積して第2の層間絶縁層を形成する工程と、  
 前記第2の層間絶縁層に、前記第1の開口を介して前記第1の導電層の表面まで貫通し、その内壁面において前記第1の層間絶縁層が露出しないように第2の開口を形成する工程と、  
 前記第2の層間絶縁層を熱処理して、前記第2の層間絶縁層を構成している前記有機材料を収縮させることにより、前記第1の層間絶縁層を被覆したまま前記第2の開口の形状を変化させる熱処理工程と、  
 前記第2の層間絶縁層の上に導電性の材料を堆積し、前記第2の開口を介して前記第1の導電層に接続された第2の導電層を形成する工程と、  
 を備えたことを特徴とするアレイ基板の製造方法。  
 【請求項18】前記熱処理工程は、前記第2の開口を前記基板面に対してテーパ状に変化するように行うことを特徴とする請求項17記載のアレイ基板の製造方法。  
 【請求項19】前記第2の開口は、円形、4角形、多角形のいずれかの形状を有することを特徴とする請求項18記載のアレイ基板の製造方法。  
 【請求項20】前記熱処理工程は、前記第2の開口の内壁面の最大傾斜部における接線と前記基板面との間の角度が70度以下となるように行うことを特徴とする請求項18記載のアレイ基板の製造方法。  
 【請求項21】前記熱処理工程は、前記第2の開口の入口端部が曲面により構成されるように行うことを特徴とする請求項17記載のアレイ基板の製造方法。  
 【請求項22】前記熱処理工程は、前記第2の開口の入口端部の前記曲面の曲率半径が $1 \times 10^{-8}\text{m}$ 以上 $1 \times 10^{-4}\text{m}$ 以下となるように行うことを特徴とする請求項21記載のアレイ基板の製造方法。  
 【請求項23】前記半導体層を形成する工程は、前記基板上において複数のスイッチング素子のそれぞれを構成する複数の島状の半導体層を形成する工程を含み、  
 前記第1の導電層を形成する工程は、前記複数の島状の半導体層のそれぞれに出力端子として前記第1の導電層を形成する工程を含み、  
 前記第1の層間絶縁層を形成する工程における前記無機材料は、窒化シリコンまたは酸化シリコンのいずれかを主成分とし、  
 前記第2の層間絶縁層を形成する工程における前記有機材料は、アクリル系樹脂またはポリイミドのいずれかを主成分とし、  
 前記第2の導電層を形成する工程は、前記複数のスイッ

(4)

5

ティング素子のそれぞれに接続されるそれぞれの画素電極を形成する工程を含むことを特徴とする請求項17記載のアレイ基板の製造方法。

【請求項24】前記熱処理工程は、90℃以上300℃以下の温度で加熱する工程を含むことを特徴とする請求項17記載のアレイ基板の製造方法。

【請求項25】複数のスイッチング素子が設けられたアレイ基板と、

前記アレイ基板と対向して配置された対向基板と、

前記アレイ基板と前記対向基板との間に挟持された液晶層と、

を有する液晶表示装置の製造方法であって、

基板上に半導体層を形成する工程と、

前記半導体層の上に選択的に第1の導電層を形成する工程と、

前記第1の導電層および前記半導体層の上に無機材料を堆積して第1の層間絶縁層を形成する工程と、

前記第1の層間絶縁層に前記第1の導電層の表面まで貫通する第1の開口を形成する工程と、

前記第1の層間絶縁層の上に有機材料を堆積して第2の層間絶縁層を形成する工程と、

前記第2の層間絶縁層に、前記第1の開口を介して前記第1の導電層の表面まで貫通し、その内壁面において前記第1の層間絶縁層が露出しないように第2の開口を形成する工程と、

前記第2の層間絶縁層を熱処理して、前記第2の層間絶縁層を構成している前記有機材料を収縮させることにより、前記第1の層間絶縁層を被覆したまま前記第2の開口の形状を変化させる熱処理工程と、

前記第2の層間絶縁層の上に導電性の材料を堆積し、前記第2の開口を介して前記第1の導電層に接続された第2の導電層を形成する工程と、

を備えたことを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項26】前記熱処理工程は、前記第2の開口を前記基板面に対してテーパ状に変化するように行うことを特徴とする請求項25記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項27】前記第2の開口は、円形、4角形、多角形のいずれかの形状を有することを特徴とする請求項26記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項28】前記熱処理工程は、前記第2の開口の内壁面の最大傾斜部における接線と前記基板面との間の角度が70度以下となるように行うことを特徴とする請求項26記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項29】前記熱処理工程は、前記第2の開口の入口端部が曲面により構成されるように行うことを特徴とする請求項25記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項30】前記熱処理工程は、前記第2の開口の入口端部の前記曲面の曲率半径が $1 \times 10^{-8}\text{m}$ 以上 $1 \times 10^{-4}\text{m}$ 以下となるように行うことを特徴とする請求項29記載のアレイ基板の製造方法。

6

【請求項31】前記半導体層を形成する工程は、前記複数のスイッチング素子のそれぞれを構成する複数の島状の半導体層を形成する工程を含み、

前記第1の導電層を形成する工程は、前記複数の島状の半導体層のそれぞれに出力端子として前記第1の導電層を形成する工程を含み、

前記第1の層間絶縁層を形成する工程における前記無機材料は、窒化シリコンまたは酸化シリコンのいずれかを主成分とし、

10 前記第2の層間絶縁層を形成する工程における前記有機材料は、アクリル系樹脂またはポリイミドのいずれかを主成分とし、

前記第2の導電層を形成する工程は、前記液晶層に電圧を印加する画素電極を形成する工程を含むことを特徴とする請求項25記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項32】前記熱処理工程は、90℃以上300℃以下の温度で加熱する工程を含むことを特徴とする請求項25記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アレイ基板、液晶表示装置及びそれらの製造方法に関する。さらに詳しくは、本発明は、配線間のクロス・トークやカップリング容量を抑制するように十分に厚い層間絶縁膜を有し、且つコンタクト・ホール部での電極の段切れが抑制され、しかも十分な信頼性を有するアレイ基板、液晶表示装置及びそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】アクティブ・マトリクス型に代表される液晶表示装置は、年々、高集積化が要求されている。すなわち、極めて限られたスペースに様々な電子素子や配線を形成する必要がある。

【0003】このような必要に応えるために、多層化技術が利用されつつある。これは、層間絶縁膜を介して半導体層や配線層を積層させる方法である。多層化技術によれば、素子面積を増加することなく、電子素子や配線を積層することが可能となる。

【0004】しかも、層間絶縁膜にコンタクト・ホールを形成して、その上下の層を電氣的に導通させれば、限られた素子面積の中に複雑な配線を容易に実現することができる。

【0005】図11は、このような多層化技術による液晶表示装置のアレイ基板130の概略断面図である。同図に示した液晶表示装置のアレイ基板130では、ガラス基板132の上にアンダー・コート層134を介してポリシリコン層136が形成されている。そして、ゲート電極140と補助容量線142とによりトランジスタとコンデンサが形成されている。トランジスタのソース電極146は、絶縁層144の上に配線されている。また、画素電極154は、絶縁層150に形成されたコン

50

(5)

7

タクト・ホール 150a を介して、トランジスタのコンタクト電極 148 と接続されている。すなわち、ソース電極 146 の下層と、画素電極 154 の下層で多層化技術が用いられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図 11 に示したように層間絶縁膜を介して金属電極や半導体層を積層させると、いわゆるクロス・トークが発生し、互いの信号の影響が無視できなくなることがあるという問題がある。また、絶縁膜を介して対向する電極層や半導体層はコンデンサを形成する。そして、いわゆるカップリング容量を生じ、素子の応答速度を低下させる等の問題を生ずることがある。

【0007】例えば、図 11 に示したアレイ基板 130 では、ソース電極 146 は、信号線として、図示しない別のトランジスタに別の信号を供給する役割も有する。しかし、図 11 に矢印 A で示したように、このようなソース電極 146 と、画素電極 154 とは、層間絶縁層 150 を介して対向している部分を有する。このような対向部分では、前述したようなクロス・トークやカップリング容量が発生する。そして、映像信号のノイズ成分が増加したり、高速駆動が困難になって映像表示品位が低下するなどの問題が生じていた。

【0008】また、層間絶縁膜の上下に形成される配線層などの導電層は、パターニングされていることが多い。従って、積層数を増加させるほど、表面の凹凸が顕著となり、多層化が困難になるという問題もある。

【0009】以上、説明したような、クロス・トーク、カップリング容量或いは表面の凹凸の増加という問題を抑制するためには、層間絶縁膜の膜厚を厚くすることが必要である。しかし、従来多用されていた無機材料の層間絶縁膜は、膜厚を数 100 nm 以上とするとクラックや剥離を生ずることが多く、十分に厚い膜を堆積することは困難であった。一方、有機材料の層間絶縁膜は、数  $\mu\text{m}$  の膜厚まで形成することが可能であるが、透湿性が高いなどの点で、十分な信頼性を確保することが困難であった。

【0010】一方、多層化構造が有する別の問題点として、コンタクト・ホール部での導電層の段切れが挙げられる。これは、層間絶縁膜にコンタクト・ホールを開口し、その上に導電層を堆積した時に、コンタクト・ホール開口の内壁面部で導電層の膜厚が薄くなり、切断されるものである。例えば、図 11 においてはコンタクト・ホール 150a で矢印 B で示した箇所画素電極 154 の段切れが生じやすい。段切れが生ずると、導電層の間の接続が不十分となり、液晶表示装置の映像表示不良を生ずる。このような段切れは、層間絶縁膜 150 の膜厚が厚くなるほど発生しやすいという問題があった。このような段切れを防止するためには、導電層 154 を厚く形成しなければならない。しかし、液晶表示装置では画

8

素電極 154 は、通常、透明電極とすることが必要であり、その材料やプロセス上の制限から、導電層 154 を厚く形成することが困難であった。また、一般的には、導電層を厚くすると、表面の凹凸が助長され、多層化が困難となるという問題も生ずる。

【0011】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明は、信頼性を確保しつつ、十分な膜厚を有し、しかも、コンタクト・ホール部で導電層の段切れが生じないような層間絶縁膜を有するアレイ基板、液晶表示装置およびそれらの製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明によるアレイ基板は、基板上に堆積された第 1 の導電層と、第 1 の開口を有する第 1 の層間絶縁層と、第 2 の開口を有する第 2 の層間絶縁層と、第 2 の導電層とを備え、前記第 1 の開口の内壁面は、前記第 2 の開口によって覆われて、露出していないようにされていることにより、層間絶縁層を厚く形成して、導電層の間のクロス・トークやカップリング容量を低減するとともに、第 2 の導電層の段切れを防止することができるものであり、これを用いた液晶表示装置を実現することができる。

【0013】ここで、この第 1 の層間絶縁層は無機材料により形成し、第 2 の層間絶縁層は有機材料により形成することにより、層厚が厚く、なだらかなコンタクト・ホール形状を有する層間絶縁層とすることができる。

【0014】さらに、第 2 の開口は、テーパ状の開口形状を有して、第 1 の層間絶縁層の材料が露出しないようにすることにより、第 2 の導電層の段切れを効果的に防止することができる。

【0015】また、第 2 の開口の内壁面の傾斜を基板に対して 70 度以下とすることにより、なだらかなコンタクト・ホールを形成して、第 2 の導電層の段切れを効果的に防止することもできる。また、第 2 の開口の形状は、円形、四角形、多角形のいずれかとするにより、微細な寸法ルールでコンタクト面積を確保することもできる。

【0016】さらに、第 2 の開口の入口端部を、曲面により構成することにより、入口端部での段切れを防止することができる。その曲面形状は、その曲率半径が  $1 \times 10^{-8}\text{m}$  以上  $1 \times 10^{-4}\text{m}$  以下であると特に効果的である。また、第 2 の層間絶縁層の層厚は、第 1 の層間絶縁層の層厚よりも厚く堆積することにより、第 1 の導電層と第 2 の導電層の間隔を広くしてクロス・トークやカップリング容量を低減することができる。

【0017】また、第 1 の導電層は、スイッチング素子の出力端子とし、第 1 の層間絶縁層の材料は、窒化シリコンおよび酸化シリコンのうちの少なくともいずれかを含むものとし、第 2 の層間絶縁層の材料は、アクリル樹脂とし、第 2 の導電層は、液晶層に電界を印加するため

9

の画素電極とすることにより、高性能かつ高信頼性を有する液晶表示装置が実現される。一方、本発明によるアレ基板の製造方法は、基板上に第1の導電層を形成する工程と、その上に第1の層間絶縁層を形成する工程と、その第1の層間絶縁層に、前記第1の導電層の表面まで貫通する第1の開口を形成する工程と、第1の層間絶縁層の上に第2の層間絶縁層を形成する工程と、第2の層間絶縁層に、前記第1の開口を介して前記第1の導電層の表面まで貫通する第2の開口を形成する工程と、第2の層間絶縁層を熱処理して前記第2の層間絶縁層を構成している前記有機材料を収縮させることにより、前記第2の開口の開口形状を変化させて、その内壁面が前記基板面に対して傾斜したテーパ状の開口形状を有する第3の開口とする熱処理工程と、前記第2の層間絶縁層の上に第2の開口を介して前記第1の導電層に接続された第2の導電層を形成する工程とを備えたことを特徴とするものとして構成され、これにより、高性能で高信頼性を有する液晶表示装置を製造することもできる。

【0018】また、第1の層間絶縁層の材料は無機材料であり、第2の層間絶縁層の材料は有機材料とし、異なる2種類の膜を組み合わせることで、水分や不純物等の侵入を防ぎ、信頼性を上げることができる。

【0019】さらに、第2の開口を形成する工程において、前記第2の開口は前記第1の開口よりも小さく、その内壁面において前記第1の絶縁性の材料が露出しないように、前記第2の絶縁性の材料が前記第1の開口の内壁面を覆って前記第1の導電層の表面まで達するように形成することが望ましい。

【0020】また、熱処理工程においては、第2の開口の内壁面と前記基板面との間の角度が70度以下となるように熱処理することが望ましい。

【0021】さらに、第2の層間絶縁層を形成する工程において、前記第2の層間絶縁層の層厚は、前記第1の層間絶縁層の層厚よりも厚くなるように堆積することが望ましい。

【0022】また、表面上に複数のスイッチング素子が形成されている基板を用い、第1の導電層は、前記複数のスイッチング素子のそれぞれに接続された出力端子を構成し、第1の層間絶縁層の材料は、窒化シリコンおよび酸化シリコンのうちの少なくともいずれかを含み、第2の層間絶縁層の材料は、アクリル樹脂であり、第2の導電層は、液晶層に電界を印加するための画素電極を構成するものとしてすることにより、高性能かつ高信頼性を有する液晶表示装置を製造することができる。さらに、前記熱処理工程においては、90℃以上300℃以下の温度で熱処理を施すことにより、第2の層間絶縁層を構成する有機材料を所望の形状に変化させることが容易となる。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明によれば、保護機能を有す

(6)

10

る膜と厚膜化が容易な膜とをこの順序で堆積した積層構造の層間絶縁層を用いる。窒化珪素や酸化珪素に代表されるような無材料膜は、透湿性が少なく、液晶表示装置の信頼性を確保することができる。また、アクリル樹脂などの有機材料膜は、厚膜化が容易であり、クロス・トークやカップリング容量を低減するとともに、表面の平坦化を容易に実現するものである。このような無機材料膜と有機材料膜との積層構造を採用することにより、信頼性が高く、厚い層間絶縁層を容易に形成することができる。

【0024】しかも、本発明によれば、コンタクト・ホール内壁面の傾斜角度を緩和することができる。従って、100nm以下のような薄い導電層でも段切れを起こすことが無くなる。

【0025】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明による液晶表示装置の主要部を表す概略断面図である。同図に示した液晶表示装置は、いわゆる透過型の液晶表示装置であり、アレ基板30とそれに対向して配置された対向基板300とこれらの間に挟持された液晶層400とを備える。アレ基板30には、複数のスイッチング素子が形成され、その表面には、配向膜200が塗布されている。また、対向基板300は、透光性基板310の主面上に透明電極320と配向層330が形成された構成を有する。ここで、対向基板300は、図示しないカラー・フィルタ層やブラック・マトリクス層などを有していても良い。本発明のアレ基板30は、図11に示した従来のアレ基板130と比較すると、画素電極54の下層の構成が異なる。すなわち、コンタクト電極48の上には、第1の層間絶縁層50が堆積され、さらに、第2の層間絶縁層52が形成されている。他の基本構成は、ほぼ同じである。すなわち、アレ基板30では、ガラス基板32の上にアンダー・コート層34を介してポリシリコン層またはアモルファスシリコン層等からなる半導体層36が形成されている。そしてゲート電極40と補助容量線42とによりトランジスタとコンデンサとが形成されている。また、画素電極54は、コンタクトホールCを介して、コンタクト電極48と接続されている。したがって、ソース電極46の下層と、画素電極54の下層で多層化技術が用いられている。

【0026】このように、第2の層間絶縁層52を介在させたので、画素電極54は、下層の導電層と十分な間隔を有し、クロス・トークやカップリング容量が十分に抑制されるため、表示ムラを格段に低減することができる。

【0027】また、本発明によれば、コンタクト・ホールCは、その内壁面が第2の層間絶縁層52によって、テーパ状の開口形状とされている。また、第1の層間絶縁層50の開口の内壁面は、第2の層間絶縁膜52によって覆われ、コンタクト・ホールCの内壁面には、露出

50

(7)

11

していない。従って、コンタクト・ホールCの内壁面は、なだらかで連続した斜面を形成している。また、コンタクト・ホールCの上端周縁も、緩やかに丸まっている。これらの特徴的な形状によって、画素電極54は、段切れすることなく、コンタクト電極48に接続している。次に、本発明に係る製造方法の実施の形態を説明する。図2及び図3は、本発明による液晶表示装置の製造工程の主要部を表す概略工程断面図である。

【0028】ここでは、図2(a)に示したように、ガラス基板12の上に導電層14が堆積されたアレイ基板11を考える。アレイ基板11は、一例に過ぎない。例えば、導電層14は、必要に応じてパターニングされていても良い。また、ガラス基板12と導電層14との間に半導体層を含む1層または複数の層構造が形成されていても良い。ここでは、簡単のために、ガラス基板12の上にアルミニウム配線14を堆積したアレイ基板11を想定する。

【0029】本発明によれば、このような導電層14の上に層間絶縁層を介して導電層を積層した多層構造を形成することができる。まず、図2(b)に示したように、保護機能を有する材料を堆積して第1の層間絶縁層16を形成する。この材料としては、例えば、窒化珪素や酸化珪素などの無機材料を採用することができる。絶縁層16の材料、堆積方法或いは膜厚の選定に際しては、導電層14との密着性、熱膨張率或いは誘電率などの物性値や、堆積温度などの堆積条件などを考慮することが望ましい。また、透過型の液晶表示装置では、光の透過率や吸収係数などの光学特性値も考慮することが望ましい。通常の液晶表示装置の場合には、保護膜として広く採用されている窒化シリコンや酸化シリコン或いは、これらの混合物である窒化酸化シリコンを用いることが望ましい。また、その層厚としては、例えば、窒化シリコンや酸化シリコンなどの材料を用いる場合には、250~900nm程度の層厚に堆積することが望ましい。ここでは、一例として、プラズマCVD法により窒化シリコンを約500nm堆積した。

【0030】次に、図2(c)に示したように、第1の層間絶縁層16をパターニングして開口16aを設ける。この開口16aは、コンタクト・ホールとなるものである。絶縁層16のパターニングは、例えば、フォトレジストを用いたリソグラフィにより行うことができる。また、絶縁層16をエッチングするための方法は、その材質や膜厚などに応じて適宜選択することができる。ここでは、一例として、CDE (Chemical Dry Etching) 法により絶縁層16エッチングして直径約8μmの円形状の開口を設けた。

【0031】次に、図2(d)に示したように、厚膜化が容易な材料を堆積して第2の層間絶縁層18を形成する。この絶縁層18の材料、堆積方法或いは膜厚の選定に際しても、絶縁層16との密着性や誘電率などの物性

12

値や堆積条件、及び光学特性値などを考慮することが望ましい。絶縁層18の材料として望ましいものの一例としては、有機材料を挙げることができる。また、その層厚としては、0.5μm以上堆積することが望ましい。ここでは、一例として、感光性アクリル樹脂（含有感光剤は、ナフトキノンジアジドである。）を約2μmの厚さに塗布した。このように感光性を有する材料を使用すると、そのパターニングに際して、フォトレジストを用いる必要がなくなるという効果が得られる。また、絶縁層18の材料としては、ポリイミド系の樹脂を用いても良い。

【0032】次に、図3(a)に示したように、第2の層間絶縁層18をパターニングして開口18aを設ける。この開口18aもコンタクト・ホールとなるものである。開口18aの大きさは、第1の層間絶縁層16に設けた開口16aとの関係で重要である。そして、本発明においては、後述するように開口18aは、開口16aと同じ又はより小さいことが必要である。ここでは、一例として、開口18aとして直径6μmの円形状の開口を設けた。

【0033】次に、基板11を熱処理する。すると、第2の層間絶縁層18が熱収縮する。そして、図3(b)に示したように、開口の上部が広がって、その内壁面が緩やかな傾斜を有するとともに、上端の周縁がなだらかに丸まった形状のコンタクト・ホールCが得られる。このような形状を生ずるために最適な熱処理条件は、第2の層間絶縁層18の材質や膜厚などに応じて適宜選択することができる。熱処理の温度は、90℃~300℃の範囲内であることが望ましい。温度がこれよりも低すぎると十分に硬化・反応せず、温度がこれよりも高すぎると炭化が進んでしまう。また、熱処理条件を積極的に変化させて、開口18aの形状を意図的に制御することもできる。一例として、第2の層間絶縁層18を感光性アクリル樹脂とした場合には、170℃~250℃の温度範囲で、30分間~120分間の間、熱処理を施すことにより、なだらかな傾斜面を有するコンタクト・ホールを形成することができる。ここでは、230℃で60分間の熱処理を施した。

【0034】次に、図3(c)に示したように、第2の導電層20を堆積する。導電層20は、コンタクト・ホールCの部分で、第1の導電層14と接続される。しかも、コンタクト・ホールCは、前述したように、その開口周縁が丸まり、内壁面も緩やかに傾斜しているので、段切れを生ずることがない。

【0035】本発明によれば、このように、層間絶縁層を積層構造とすることにより、十分な厚さの絶縁層を実現することができる。従って、従来、問題とされていた、上下の導電層の間のクロス・トークやカップリング容量の増加を防止することができる。さらに、有機材料による第2の層間絶縁層によって表面が平坦化されるの

(8)

13

で、多層構造を容易に実現することができる。

【0036】しかも、本発明によれば、このように厚い層間絶縁層を形成しても、緩やかな斜面を有するコンタクト・ホールを形成することができるので、上層配線の段切れが生ずることがない。

【0037】さらに、本発明によれば、無機材料による第1の層間絶縁層によって、下層が保護され、半導体装置の信頼性も十分に確保することができる。換言すると、図1において有機樹脂からなる第2の層間絶縁層52は、無機材料からなる第1の層間絶縁層50とコンタクト電極48とが防壁となり、半導体層36に直接に接

触していない。このため、半導体層36が有機樹脂により汚染される（すなわち、半導体層36へ不純物が拡散する）ことがなくなり、半導体装置の信頼性も十分に確保することができる。

【0038】図4は、本発明における第1及び第2の層間絶縁層のパターニング時の開口の大きさの関係を説明する拡大図である。すなわち、同図(a)は、第1の層間絶縁層の方がパターニング時の開口サイズが大きい場合、同図(b)は、第2の層間絶縁層の開口の方が大きい場合について、それぞれ熱処理後のコンタクト・ホール部を表す概略断面図である。図4(a)では、第1の層間絶縁層の開口16aの内壁面が、第2の層間絶縁層により覆われて、コンタクト・ホールCの内壁面は、なだらかで連続的な斜面を有することが分かる。従って、その上に堆積された第2の導電層20は、段切れを生ずることなく、第1の導電層14に接続される。

【0039】しかし、図4(b)に示した例では、第1の層間絶縁層の開口16aの方が、第2の層間絶縁層の開口18aよりも小さいために、開口16aの内壁面が第2の層間絶縁層によって覆われていない。その結果として、コンタクト・ホールの内壁面に段差が生じている。このように、段差が生じて、第1の層間絶縁層の開口16aの内壁面が露出していると、そこで第2の導電層20が段切れを生じやすくなる。すなわち、本発明において、導電層の段切れを防止するためには、第1の層間絶縁層の開口16aを第2の層間絶縁層の開口18aと同じ又はより大きく形成することが重要である。本発明者は、さらに本発明における開口Cの形状の最適化について検討した。一般に層間絶縁層を厚くするほど、その開口内の電極の接続部において「段切れ」などによる接続不良が懸念されるからである。特に、液晶表示装置のアレイ基板においては、開口Cの上に設ける画素電極の膜厚は100nm以下と極めて薄い場合が多く、「段切れ」を生じやすい。そこで、本発明者は、図4(a)に示した構造の素子を試作して開口Cの形状を種々に変化させ、電極20の接続の歩留まりを評価した。試作した試料においては、開口Cの底部の開口径をいずれも5μmとし、開口の入口端部の曲率半径と開口の内壁面の傾斜角とを種々に変化させた。また、ここで層間絶縁膜

14

18の層厚はいずれも2μmとし、電極18の膜厚は100nmとした。図5は、開口Cの入口端部の曲率半径とコンタクト不良率との関係を表すグラフ図である。ここでは、試作した10000個の試料について評価した結果を表す。図5からわかるように、開口の入口端部の曲率半径が $1 \times 10^{-8}$ mより小さい場合にコンタクト不良率が極端に増加する。すなわち、比較的厚い層間絶縁層を形成する場合には、コンタクト開口の入口端部の曲率半径を調節する必要があることが分かった。一方、曲率半径を大きくしすぎると、開口の周囲において層間絶縁層の層厚がなかなか定常値に達せず、また、開口部が大きくなるため、画素設計が困難となってくる。従って、開口の入口端部の曲率半径は、 $1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-4}$ mの範囲が望ましい。一方、開口の内壁面は、基板面に対して垂直に形成されているよりもテーパ状に傾斜していることが望ましい。同様の実験により、コンタクト不良率を十分に低下させるためには、開口の内壁面の傾斜角度θは、70度以下であることが望ましいことが分かった。つまり、開口の内壁面の傾斜角度θが70度以下となるようにテーパ状の開口を形成すれば、電極の「段切れ」が実質的に解消されることが分かった。

【0040】上述した実施形態では、第1の層間絶縁層と第2の層間絶縁層とをそれぞれ別々にパターニングして開口を形成する工程について説明した。しかし、第1及び第2の層間絶縁層を積層した後に1回のパターニングによりこれらの絶縁層に開口を形成しても良い。この場合には、それぞれの開口はほぼ同じ大きさを有する。しかし、その後の熱処理工程において、第2の層間絶縁層の有機材料が熱収縮を生ずる前に所定の時間、軟化させて第1の絶縁層の開口の内壁面を覆うようにしても良い。このような方法は、第2の絶縁層の材料と熱処理条件とを適宜選択することにより可能である。そして、このようにすれば、パターニング工程が簡略化されるという効果が得られる。

【0041】また、その他の実施形態として、第1の絶縁層と第2の絶縁層とを積層し、開口を形成するためのマスクを形成した後に、それぞれの絶縁層を別々の工程によりエッチングしても良い。例えば、まず、第2の絶縁層である有機材料の膜を有機材料の専用エッチャントによってエッチングして開口する。次に、第1の絶縁層である無機材料の膜をフッ酸などのエッチャントを用いてウエット・エッチングする。すると、第1の絶縁層に形成される開口は、いわゆるサイド・エッチングによって、第2の絶縁層の開口よりも大きいものとなる。従って、その後の熱処理により、第2の絶縁層を構成している有機材料を軟化させて、第1の絶縁層の開口内壁面を覆うように形成することができる。この場合にも、パターニング工程が簡略化されるという効果が得られる。

【0042】さらに、その他の実施形態として、層間絶縁層は、3層以上の積層構造としても良い。例えば、窒

(9)

15

化シリコン、酸化シリコン及び有機樹脂膜をこの順序で堆積、開口して、熱処理を施すこととしても良い。また、これ以外にも、無機材料の膜と有機材料の膜のいずれか一方、または、両方とも、異なる材料からなる多層膜とすることができる。このように、絶縁層を多層化することにより、例えば、導電層との付着強度を維持しつつ熱膨張率の相違を緩和することができるというような効果が得られる。すなわち、第1の導電層に対して、まず、付着強度の高い無機材料膜を薄く堆積し、その上に、第1の導電層と熱膨張率の近い無機材料膜を比較的厚く堆積し、その上に所定の有機材料膜を堆積するようにすると、付着強度を維持しつつ、温度の変化に対してもクラックなどが生じない層間絶縁層を形成することができる。

【0043】次に、本発明の一実施例として、液晶表示装置の製造工程について説明する。ここでは、本発明により、液晶プロジェクタに用いる3インチの液晶パネルを作成した。図6及び図7は、本発明による液晶表示装置の製造工程の一部を表す概略工程断面図である。まず、図6(a)に示したようにガラス基板32上に薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor; TFT)41と補助容量43とを形成する。この形成工程の概略は、以下に説明する通りである。

【0044】すなわち、まず、ガラス基板32上にアンダー・コート層34を堆積し、プラズマCVD法によりアモルファス・シリコン膜を堆積する。続いて、レーザ・アニール法によりアモルファス・シリコン膜を結晶化させてポリシリコン膜36を形成する。次に、ポリシリコン膜36を所定の形状にパターニングし、その上にゲート絶縁層38を堆積する。さらに、金属膜を堆積し、パターニングしてゲート電極40及び補助容量電極42を形成する。次に、これらの電極をマスクにして、イオン注入法により、ポリシリコン膜36に不純物を注入する。さらに、絶縁層44を堆積し、コンタクト・ホールを形成後、アルミニウムとモリブデンとの積層膜を堆積し、パターニングして、信号線46及び画素コンタクト48を形成する。以上に説明した一連のプロセスは、当業者の間で「トップゲート構造」と称されるポリシリコンTFTの形成条件に準ずることができる。この後に、本発明の特徴部分である、層間絶縁層の形成工程を実施する。

【0045】まず、図6(b)に示したように、第1の層間絶縁層50を堆積し、さらに、画素コンタクト48に貫通する開口50aを設ける。ここで、第1の層間絶縁層50としては、プラズマCVD法により、窒化シリコンを500nm堆積した。次に、フォトレジストを堆積してマスクを形成し、CDE法を用いて絶縁層50をエッチングすることにより開口50aを形成した。開口50aは、直径6 $\mu$ mの円形とした。

【0046】次に、図6(c)に示したように、第2の

16

層間絶縁層52を堆積し、さらに、画素コンタクト48まで貫通する開口52aを設ける。ここでは、感光性アクリル樹脂を堆積して第2の層間絶縁層52を形成した。その層厚としては、表面が十分に平坦化され、電極間のカップリング容量等も十分に抑制するために、2 $\mu$ mとした。また、第2の層間絶縁層52は感光性を有する材料を用いたので、レジストを使用することなく、開口を設けることができた。すなわち、所定のフォトマスクを介して露光し、現像することにより、開口52aを形成することができた。ここで、絶縁層52の開口52aは、直径5 $\mu$ mの円形状とした。このように開口52aを第1の層間絶縁層の開口50aよりも小さくしたので、開口50aの内壁面は、アクリル樹脂で覆われて開口52a内に露出することがない。

【0047】次に、図7(a)に示したように、熱処理を施して、所定の形状のコンタクト・ホールCを形成する。すなわち、熱処理により、第2の層間絶縁層52が熱収縮して、開口52aがテーパ状に開いた開口形状を有するコンタクト・ホールCに変化する。ここでは、230℃で約1時間の熱処理によって、図6(a)に示したように、緩やかで連続的な傾斜面を有するコンタクト・ホールCを形成することができた。また、同図(a)中に矢印で示したコンタクト・ホールCの周縁部は、特に丸みを帯びて導電層の段切れを防止する形状とすることができた。

【0048】次に、図7(b)に示したように、画素電極54を形成する。ここでは、透明電極である、酸化インジウム錫(ITO)を100nm堆積し、パターニングして、画素電極54とした。このようにして形成したアレイ基板30は、その後、必要によっては配向膜を形成した後に、図示しない対向基板と所定の間隔をもって封着される。そして、その間隙に液晶が注入されて封止されることにより3インチの液晶表示装置が完成する。完成した液晶表示装置を評価した結果、画素電極54の段切れによる不良率は、ほぼ零であった。

【0049】ここで、画素電極54となるITOの膜厚は、光透過率やタクトタイムなどの要請から比較的薄くすることが必要とされている。通常は、100nm~150nmという薄い膜厚で形成されることが多く、従来は、層間絶縁層をそれほど厚くしない場合でも、コンタクト・ホール部で段切れが生じやすかった。そして、ドライ・エッチング法により垂直に近い内壁面を有するコンタクト・ホールを形成したり、層間絶縁層を厚くすると、段切れによる不良の発生率が急激に増加する傾向がみられた。

【0050】本発明者が別に試作した結果では、無機材料による単層の層間絶縁層をRIE(Reactive Ion Etching)法によりエッチングしてコンタクト・ホールを形成すると画素電極の段切れによる不良の発生率は、0.3~3%程度と高かった。このよ

(10)

17

うな、段切れによる不良は、液晶表示装置の画面上では、多数の点欠陥として認識された。

【0051】これに対して、無機材料による絶縁層と有機材料による絶縁層との積層構造を試作しても、図4

(b)に示したように無機材料の膜の開口が有機材料の膜の開口よりも小さい場合は、画素電極の段切れは、2～4%の不良率で発生することが分かった。これは、前述したように、無機材料の膜の開口部や積層界面で段切れが多発したためであると推測される。

【0052】一方、本実施例によれば、画素電極のコンタクト不良率は、ほぼ0%であり、段切れを十分に防止できることが分かった。すなわち、本発明において、無機材料の膜の開口は、有機材料の膜の開口より大きくすることにより、顕著な効果が生ずることが確認された。

【0053】さらに、本実施例による液晶表示装置は、絶縁層50及び52が十分に厚いために、画素電極54と信号線46との間でカップリング容量の増加やクロス・トークの発生が十分に抑制されている。従って、応答速度が速く、ノイズ成分が極めて少ない高品位の映像を得ることができた。

【0054】また、信頼性評価試験においても、従来の有機樹脂膜のみの液晶表示装置では、透湿性があるために不良が多発したのに対して、本実施例による液晶表示装置では、不良が発生せず、信頼性が十分に確保されていることが分かった。これは、第1の層間絶縁層として用いている窒化シリコン膜が水分に対してブロッキング効果を有するためであると考えられる。さらに、本発明においては、図7(b)に示したように、ポリシリコン膜36と絶縁層52とが直接接触していない。従って、ポリシリコン36の汚染を防ぐことができる。すなわち、ポリシリコン膜36と絶縁層52との間には、ゲート絶縁層38、絶縁層44、第1の層間絶縁層50或いは画素コンタクト電極48が介在している。その結果として、絶縁層52を構成する有機材料からポリシリコン膜36への不純物の拡散が抑制され、TFTの劣化を解消することができる。

【0055】次に、本発明の第2の実施例について説明する。図8は、本発明の第2の実施例にかかる液晶表示装置の要部構成を表す概略断面図である。すなわち、同図に示した液晶表示装置も、アレイ基板30'とそれに対向して配置された対向基板300とこれらの間に挟持された液晶層400とを備える。

【0056】対向基板300は、透光性基板310の主面上に透明電極320と配向層330が形成された構成を有する。ここで、対向基板300は、図示しないカラー・フィルタ層やブラック・マトリクス層などを有していても良い。本発明のアレイ基板30'も、図1に関して前述したアレイ基板30と同様に基板32の上にポリシリコン膜36、ゲート絶縁層38、第2の層間絶縁層52などを備える。図1に示したアレイ基板と同一の部

18

分については、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0057】本実施例の液晶表示装置が図1と異なる点は、第1の層間絶縁層50'にある。すなわち、本実施例においては、層間絶縁層50'は、画素コンタクト48の上に積層することなく、その周囲に所定の間隔をおいて形成されている。

【0058】このように層間絶縁層50'を形成した場合においては、第2の開口Cの内壁面から層間絶縁層50'までの距離をより大きくすることができる。従って、開口Cの内壁面において層間絶縁層50'がさらに露出にくくなるという利点を有する。ここで、本実施形態においても、開口Cは、テーパ状のゆるやかな内壁面を有する。従って、画素電極54の段切れが解消される。また、その他の前述した種々の効果が同様に得られることは勿論である。さらに、本実施例においても、層間絶縁層50'の下には、ゲート絶縁層38、絶縁層44が形成されている。従って、このように、第1の層間絶縁層50'を画素コンタクト48から離して形成しても、ポリシリコン膜36が第2の層間絶縁層52と接触することはない。つまり、本実施例においても、ポリシリコン膜36が層間絶縁層52を構成する有機材料に汚染されることはない。

【0059】次に、本発明の第3の実施例について説明する。図9は、本発明の第3の実施例にかかる液晶表示装置の要部構成を表す概略断面図である。すなわち、同図に示した液晶表示装置はいわゆる反射型の液晶表示装置であり、アレイ基板30'とそれに対向して配置された対向基板300とこれらの間に挟持された液晶層400とを備える。対向基板300は、透光性基板310の主面上に透明電極320と配向層330が形成された構成を有する。ここで、対向基板300は、図示しないカラー・フィルタ層やブラック・マトリクス層などを有していても良い。

【0060】本発明のアレイ基板30'も、図1に示したアレイ基板30と同様に基板32の上にポリシリコン膜36、ゲート絶縁層38、第1の層間絶縁層50、第2の層間絶縁層52などを備える。図1に示したアレイ基板と同一の部分については、同一の符号を付して説明を省略する。本実施例の液晶表示装置が図1と異なる点は、電極54'が反射性の材料により構成されている点である。すなわち、電極54'は、例えば、アルミニウムなどにより構成されている。本実施例の液晶表示装置においては、対向基板300の上方から入射した光は液晶層400を通過してアレイ基板30の電極54により反射され、再び液晶層400、対向基板300を通過して観察される。

【0061】本実施例のアレイ基板30'においても、前述したように第2の層間絶縁層52に設けられた開口Cは、第1の層間絶縁層50の開口を覆って緩やかな内

50

(11)

19

壁面を有する。その結果として、電極54'が開口Cの端部で段切れすることが解消される。また、カップリング容量の低下や、信頼性の向上などの前述した種々の効果を同様に得ることができる。

【0062】以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、本発明は、導電性の2層を絶縁性の層間絶縁層で分離し、コンタクト・ホールを介して接続する構成を有するすべてのアレイ基板または液晶表示装置に対して同様に適用することができる。

【0063】また、第2の層間絶縁層に設ける開口の形状も円形、四角形、あるいはその他の多角形など種々の形状を適宜選択することができる。例えば、図10は、四角形の開口を例示する概略平面図及びそのA-A'線断面図である。このような四角形の開口を設けた場合には、ストライプ状にパターニングされたポリシリコン膜などに対して、限られた寸法ルールで大きなコンタクト面積を得ることができ、コンタクト部の抵抗を低減することができるという効果が得られる。

【0064】また、本実施例では、液晶配向膜を形成しているが、高分子分散型液晶(Polymer Dispersion Liquid Crystal)を用いる場合のように配向膜を必要としない液晶を用いて配向膜を形成しなくても、何ら本発明の主旨を逸脱するものではない。

【0065】

【発明の効果】本発明は、以上説明したような形態で実施され、以下に説明する効果を奏する。まず、本発明によれば、金属配線層や半導体層の間の層間絶縁層を十分に厚く形成することが可能となる。従って、上下の層の間の信号のクロス・トークやカップリング容量が十分に抑制される。その結果として、液晶表示装置のノイズ特性や応答特性などを向上させることができる。

【0066】また、本発明によれば、コンタクト・ホールでの配線の段切れを防止することができる。しかも、従来よりも、層間絶縁層をはるかに厚くしても、従来より段切れを低減することができる。従って、段切れによる液晶表示装置の不良を解決し、製造歩留まりを改善するとともに、信頼性も改善することができる。さらに、本発明によれば、半導体装置の表面を容易に平坦化することができる。すなわち、第2の層間絶縁層として有機材料を厚く堆積することにより、パターニングされた導電層などに起因する表面の凹凸を平坦化することができる。従って、積層構造をさらに多層化することが可能となり、液晶表示装置の集積度をさらに向上することができる。

【0067】また、本発明によれば、液晶表示装置の信頼性が十分に確保される。すなわち、第1の層間絶縁層としてパッシベーション効果の大きい無機材料の膜を堆積す

20

ることにより、水分などの透過をブロックして、半導体装置の長期的な信頼性を十分に確保することができる。さらに、本発明においては、第2の層間絶縁層が半導体膜と直接接触していない。従って、半導体膜の汚染を防ぐことができる。すなわち、本発明によれば、半導体膜と第2の層間絶縁層との間には、ゲート絶縁層、絶縁層、第1の層間絶縁層或いは画素コンタクトが介在している。その結果として、第2の層間絶縁層を構成する有機材料から半導体膜への不純物の拡散が抑制され、TFTの劣化を解消することができる。すなわち、本発明によれば、電気的特性に優れ、段切れによる不良が抑制され、高集積化が可能で、信頼性も十分に確保された液晶表示装置を提供することができるようになり、産業上のメリットは多大である。また平坦性を確保し易いことから透明電極(ITO)の代わりにアルミニウム等の金属電極を用いた反射型ディスプレイへの応用にも相応しく、本発明の応用が期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による液晶表示装置の画素部の概略断面図である。

【図2】本発明による液晶表示装置の製造工程の主要前半部を表す概略工程断面図である。

【図3】本発明による液晶表示装置の製造工程の主要後半部を表す概略工程断面図である。

【図4】本発明における第1及び第2の層間絶縁層のパターニング時の開口の大きさの関係を説明する拡大図である。

【図5】開口Cの入口端部の曲率半径とコンタクト不良率との関係を表すグラフ図である。

【図6】本発明による液晶表示装置の製造工程の一部を表す概略工程断面図である。

【図7】本発明による液晶表示装置の製造工程の一部を表す概略工程断面図である。

【図8】本発明の第2の実施例にかかる液晶表示装置を表す概略断面図である。

【図9】本発明の第3の実施例にかかる液晶表示装置を表す概略断面図である。

【図10】四角形の開口を例示する概略図である。

【図11】従来の液晶表示装置のアレイ基板の概略断面図である。

【符号の説明】

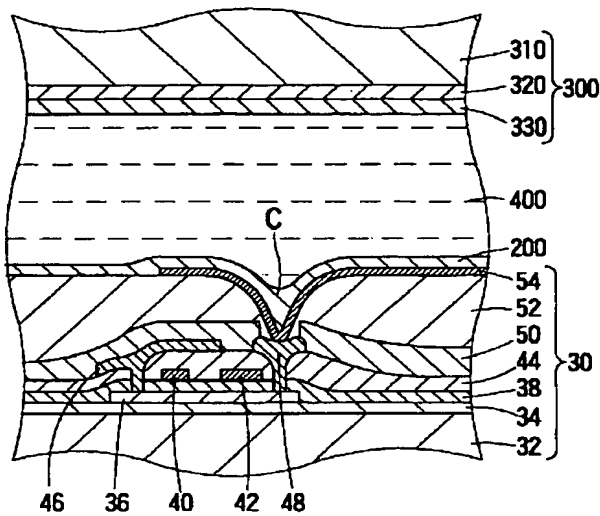
- 11 アレイ基板
- 12 ガラス基板
- 14 導電層
- 16 第1の層間絶縁層
- 18 第2の層間絶縁層
- 20 第2の導電層
- 30, 30', 30", 130 アレイ基板
- 32, 132 ガラス基板
- 34, 134 アンダーコート

(12)

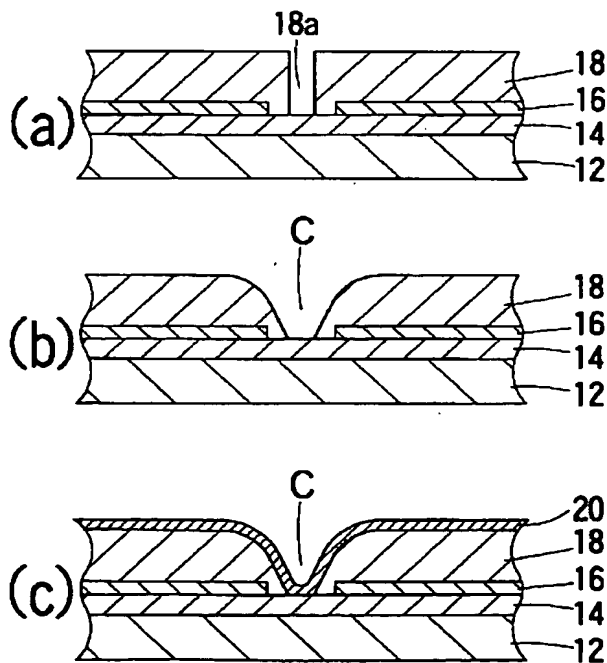
*21*

- |            |          |
|------------|----------|
| 3 6, 1 3 6 | ポリシリコン層  |
| 3 8, 1 3 8 | ゲート絶縁膜   |
| 4 0, 1 4 0 | ゲート電極    |
| 4 2, 1 4 2 | 補助容量線    |
| 4 4, 1 4 4 | 層間絶縁層    |
| 4 6, 1 4 6 | ソース電極    |
| 4 8, 1 4 8 | コンタクト電極  |
| 5 0, 1 5 0 | 第1の層間絶縁層 |

【図 1】



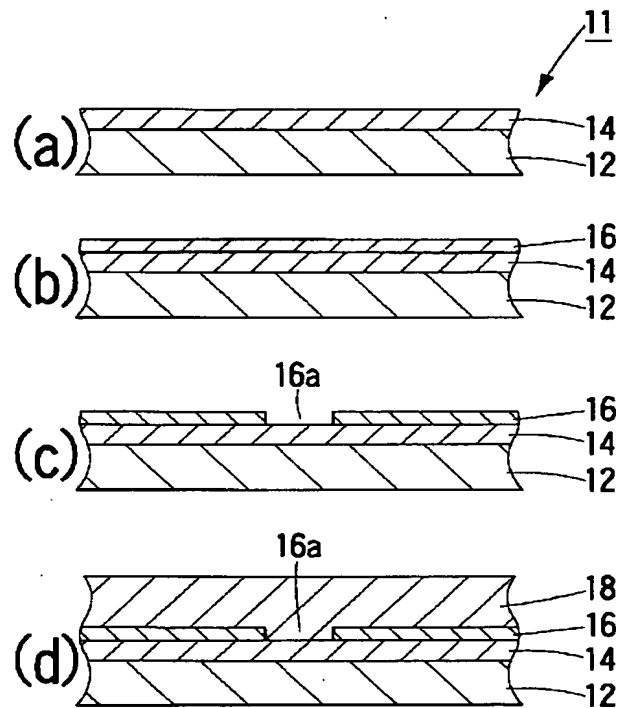
【図 3】



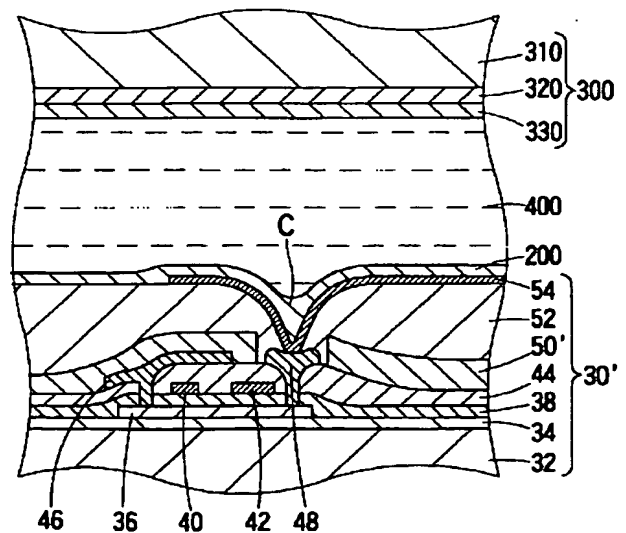
22

- 5 2 第2の層間絶縁層  
5 4, 5 4', 1 5 4 画素電極  
2 0 0, 3 3 0 配向膜  
3 0 0 対向基板  
3 1 0 基板  
3 3 0 透明電極  
4 0 0 液晶層

・【図 2】

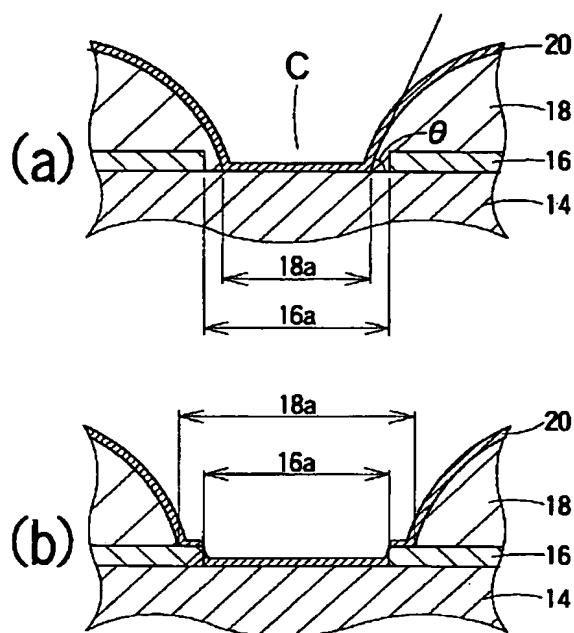


【図 8】



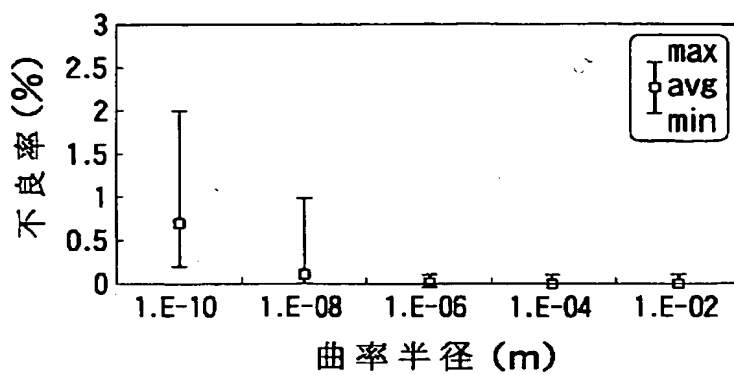
(13)

【図4】

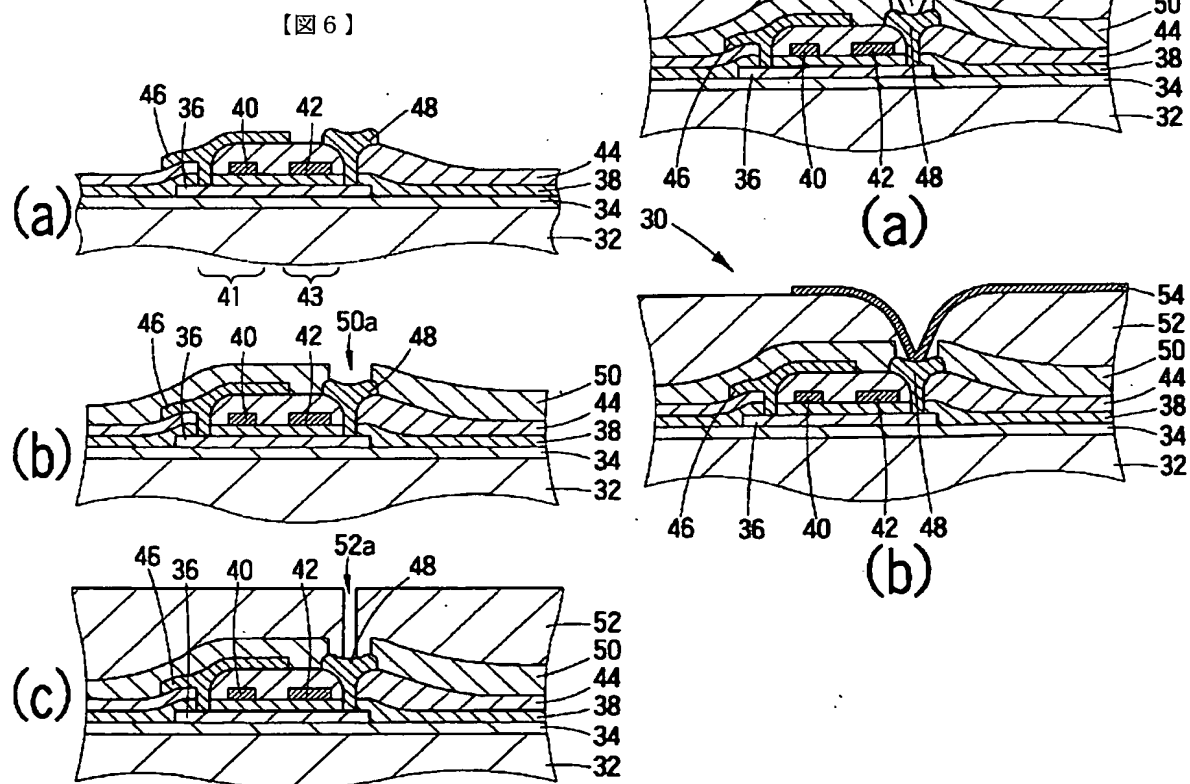


【図5】

曲率半径とコンタクト不良率との相関

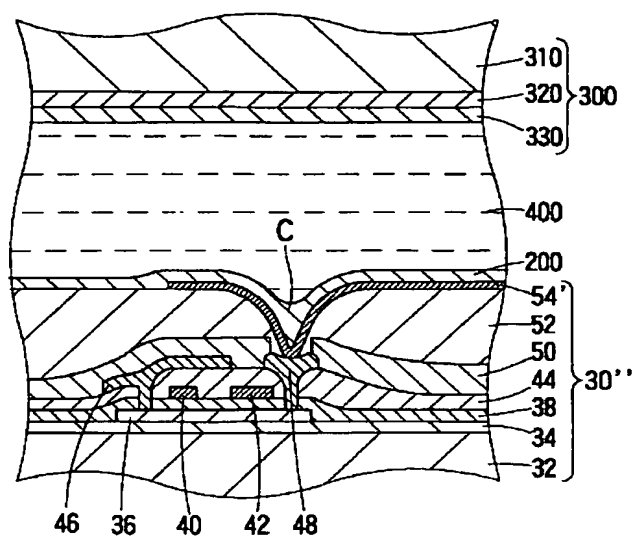


【図7】

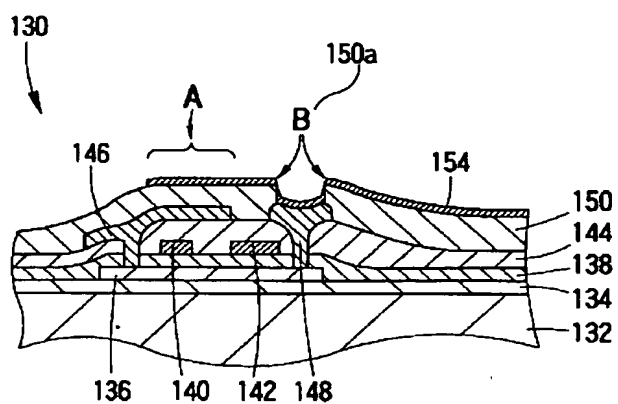


(14)

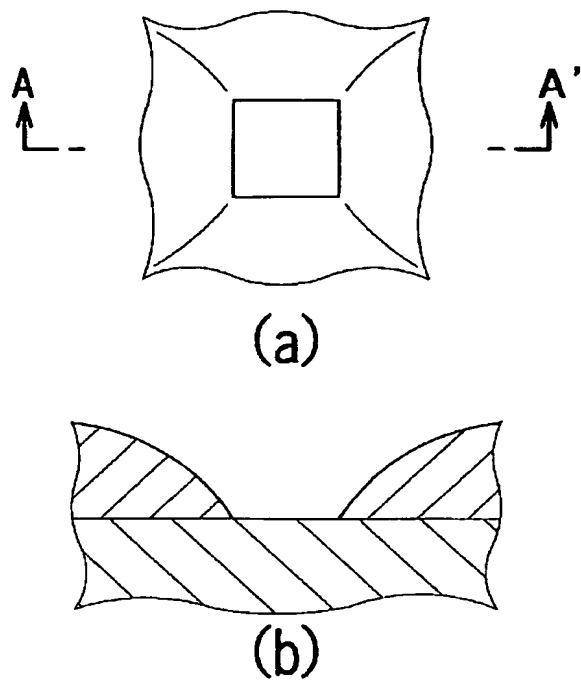
【図9】



【図11】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**